לשנות את העתיד

הדיון מתמקד **בחמש** בעיות מפתח שעולם חם, שטוח וצפוף מעצים באורח דרמטי, ואלו הן: **הביקוש הגובר להיצע אנרגיה ולמשאבי טבע הולכים ומידלדלים**; העברה מסיבית של עושר למדינות עשירות בנפט ולרודני הנפט שלהן; **שינוי אקלים הרסני**; דלות אנרגיה, המחלקת את העולם באופן חד **לאלה שיש להם חשמל ולאלה שאין להם**; ואובדן מואץ של מגוון ביולוגי, ככל שצמחים ובעלי חיים נכחדים בקצב שיא. אני מאמין שהבעיות הללו – והאופן שבו אנו מטפלים בהן – יגדירו את **תקופת האנרגיה־אקלים**. מאחר שהן אינן בעיות רגילות, כל אחת מהן, אם לא תטופל כיאות, **יכולה לגרום לשיבושים גורפים, בלתי ליניאריים ובלתי הפיכים,** שעלולים להשפיע על דורות רבים. אם ברצוננו לפתור את הבעיות הללו, נזדקק לכלים חדשים, לתשתית חדשה, לדרכי חשיבה חדשות ולדרכים חדשות לשיתוף פעולה עם הזולת – החומר שממנו עשויות תעשיות חדשות ופריצות דרך מדעיות גדולות, **החומר שדוחף אומה אחת קדימה ומותיר אומה אחרת מאחור...** כל חמש בעיות היסוד האלה הצטברו זה שנים. אבל כולן הגיעו למסה הקריטית זמן קצר אחרי שנת 2000. יש לי הרגשה שיום אחד יסתכלו ההיסטוריונים לאחור ויסיקו **שה־31 בדצמבר 1999 לא היה פשוט סופה של מאה**, לא סתם סופו של מילניום, אלא סופה של התקופה שאנו קוראים לה **"לספירה"** – וכי האחד בינואר 2000 היה למעשה היום הראשון של תקופה חדשה – **תקופת האנרגיה־אקלים**.

("חם, שטוח וצפוף", תומס ל. פרידמן, הוצאת אריה ניר. תרגום: עדי הירש)

אשה קטנה / דליה רביקוביץ

אִשָּׁה קְטַנָּה עָשְׂתָה לָהּ לְעֶרֶשׂ
אֶת כַּדּוּר הָאָרֶץ
הַכַּדּוּר הַגָּדוֹל.
וְלֹא נֶעְלַם מִכַּדּוּר הָאָרֶץ
כִּי אִשָּׁה קְטַנָּה
נָחָה עַל גַּבּוֹ.
וְהוּא צִמַּח עֲשָׂבִים אֶל חֵיקָהּ
וְכָרַךְ אֶת גּוּפָהּ
בַּגִּבְעוֹלִים.
וְהוּא נָשָׂא אוֹתָהּ כְּשֵׂאתוֹ
הָרִים וּבְקָעוֹת
אֲרָצוֹת וְיַמִּים.
וְזוֹ הָאִשָּׁה הָיְתָה מְלַחֶשֶׁת:
כַּדּוּר הָאָרֶץ - עֶרֶשׂ שֶׁלִּי,
כַּדּוּר הָאָרֶץ - פְּלָגִים וּנְחָלִים
וְיַמִּים גּוֹעֲשִׁים וְאַף גַּם אֲנִי;
הִנֵּה אֲנִי שָׁטָה כְּבַת סַפָּנִים
וְכַדּוּר הָאָרֶץ הָיָה לִי סִירָה,
נְחִיל כּוֹכָבִים כִּנְחִיל דְּבוֹרִים
הוֹמִים סָבִיב לְכַדּוּר הָאָרֶץ.
כַּדּוּר הָאָרֶץ דָּבֵק אֶל בִּטְנִי
יָדַי צוֹמְחוֹת כִּפְרָחִים מִן הָאָרֶץ,
וְעַל פְּנֵי הַכַּדּוּר הֶעָצוּם הַזֶּה
בָּאָה חֶדְוָה בְּכָל אֲבָרַי.

אִשָּׁה קְטַנָּה עָשְׂתָה לָהּ לְעֶרֶשׂ
אֶת כַּדּוּר הָאָרֶץ
הַכַּדּוּר הַגָּדוֹל
וְלֹא נֶעְלַם מִכַּדּוּר הָאָרֶץ
כִּי אִשָּׁה קְטַנָּה
נָחָה עַל גַּבּוֹ.

("כל השירים עד כה",
הוצאת הקיבוץ המאוחד)

אודיסאה
| מסע בין רעיונות |

מערכת:
עורך ראשי: שמואל שם־טוב
עורכות אחראיות: אילה מילר, אורית סוליציאנו
ועדה מייעצת: עילם גרוס, אורלי שנקר, עופר ללוש, עתניאל דרור
עריכה לשונית והגהות: מירב הלפרין, אילה לוין
תרגום: עמוס כרמל, נעמי כרמל
עריכה גרפית ועיצוב: גילה קפלן, נירית בנימיני

אמנים: אולפור אליסון, תומס סרסנו, פיטר מנזל קייט בינגמן־בארט

איור שער: רות גווילי

חלק מהתמונות בגליון נבחרו בעזרת האתר "הערים הסמויות מן העין" של עמי סלנט

מפיקה ומנהלת הפצה: איריס חייט
דפוס: דפוס אלי מאיר

כתובת לפניות:
ת"ד 15055 רחובות 76150
odyssey@odyssey.org.il

הנהלה:
יו"ר: אילה מילר, איקה אברבנאל, אורית סוליציאנו
מנכ"ל: שמואל שם־טוב

מוציאים לאור:
"אודיסאה – מסע בין רעיונות"
מיסודן של: חברת "טבע",
האוניברסיטה העברית ירושלים

© כל הזכויות שמורות.
תוכן המודעות באחריות המפרסמים

חם, שטוח וצפוף

גיליון מס' 5 של אודיסאה עוסק לכאורה בכדור הארץ. רק לכאורה. הנושא האמיתי של הגיליון הוא בני אדם – מעל תשעה מיליארד איש יחיו כאן בעוד כמה שנים, בחברה מקוטבת כלכלית, מפוצלת באמונותיה וערכיה, שניצבת מול איום קיומי המחייב שיתוף פעולה כלל־עולמי. הוויכוח על התחממות כדור הארץ (אם כי לא על סיבות ההתחממות) הסתיים. התחזיות על הנזק הצפוי לנו במאה הקרובה נעות בין מפגעי טבע קשים עד להרס מוחלט של תשתית הקיום וחיסול החברה האנושית. יצאנו ל"אודיסאה" 5 בעקבות ספרו של טום פרידמן "חם, שטוח וצפוף", כדי לבחון את השפעות ההתחממות והצפיפות על כדור הארץ ומצאנו עצמנו חוזרים אל שאלות פילוסופיות כמו טבע האדם, מעמדו של האדם בטבע, שוויון מול חופש ואחריות חברתית. אודיסאה 5 נפתח בחקר השפעות הפחמן הדו־חמצני על האקלים ומסתיים בוויכוח בין מילטון פרידמן למדינת הרווחה האירופית. אנו מקווים שהדיון בגיליון זה יגרום לקוראים להבין את האתגר העומד בפני האנושות ולהצטרף לאלה הלוקחים אחריות על גורלם.

"אודיסאה - מסע בין רעיונות"

כתב־עת העוסק במחשבות, רעיונות, דילמות וויכוחים המתקיימים בחזית העשייה המדעית והפילוסופית העכשווית. כתב־העת מכוון ליצירת חיבור בין מדע לחברה ובין רעיונות לתוצאותיהם ולמשמעותם. חברת "טבע" והאוניברסיטה העברית בירושלים מוציאות לאור את "אודיסאה" כחלק מפעילותן לקידום המדע והתרבות בישראל.

פיתגורס 06 | אדם ברוך 06 | גאיה 09 | צבע
ידוק 12 | פדל הדבוד 13 | אחמדינג'אד 16 | פחמן
דו-חמצני 22 | הוריקנים 23 | קרינה קוסמית 26 |
ויליאם הרשל 29 | זרועות שביל החלב 33 | גרין
ווש 39 | פליטה היסטורית גלובלית 43 | ועידת
קופנהגן 46 | קיימות 47 | היפים 48 | הזדקנות 56 |
אמצעי מניעה 57 | פיטר ברויגל 58 | מגדל בבל 59 |
עדי-על 60 | צפון-דרום 64 | נחל בטון 68 | שי
זכאי 69 | דאגלס ראשקוף 70 | YOU TUBE 71 |
החמצת האוקיינוסים 74 | שוניות אלמוגים 76 |
עקומות האברט 81 | מילטון פרידמן 86 | שוק
חופשי 87 | הפרטה 88 |

רוצים לעשות מנוי?
03-9411621 ,052-9993111
www.odyssey.org.il

טבע תעשיות פרמצבטיות בע"מ

האוניברסיטה העברית בירושלים
The Hebrew University of Jerusalem

תוכן עניינים

מדורים

06 **פתח דבר – הכוס של פיתגורס** / שמואל שם־טוב
36 **המראה משקרת** / אביב לביא
47 **מעתה ועד עולם** / דודי גולדמן
58 **פיטר ברויגל – איקרוס ומגדל בבל**
68 **תמונת אמן: בדרך הטבע** / ד"ר אורלי שנקר על שי זכאי
70 **נתפסו ברשת** / רותם חרמון
80 **נכנסים לגמילה** / שחר דולב

שיחה עם טום פרידמן

10 אני ואתה נשנה את העולם

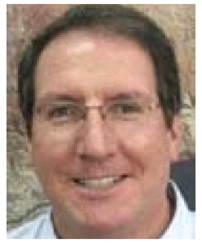
מבכירי העיתונאים האמריקאים בזמננו. בעל טור מרכזי ופופולרי ב"ניו־יורק טיימס". זכה שלוש פעמים בפרס פוליצר על כתיבתו. מחברם של רבי־המכר "הלקסוס ועץ הזית", "חם, שטוח וצפוף", "מביירות לירושלים" ועוד. מתרכז בשנים האחרונות בנושאי משבר האקלים ובטיפולן של ממשלות העולם במשבר

פרופ' דני גוטוויין

84 ההתחממות כמשל

פרופ' דני גוטוויין מלמד היסטוריה כלכלית־חברתית באוניברסיטת חיפה. נושאי המחקר שלו עוסקים, בין השאר, בהפרטה ובהשפעותיה על מדינת הרווחה, בהיבטים שונים של המודרניזציה של החברה היהודית והשפעתה על תופעות כמו כלכלה, לאומיות, סוציאליזם והעילית היהודית

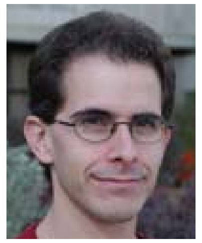
פרופ' קולין פרייס



18 ועכשיו לתחזית

ראש החוג לגיאופיזיקה ומדעי כדור הארץ באוניברסיטת ת"א. מחקריו עוסקים בעיקר באטמוספירה ובשינויי האקלים. את הדוקטורט סיים באוניברסיטת קולומביה בנושאי שינויי אקלים תוך התמקדות בפעילות הברקים באטמוספירה. עסק לאחרונה במחקר שהוכיח קשר בין פעילות חשמלית לעוצמת סופות הוריקן

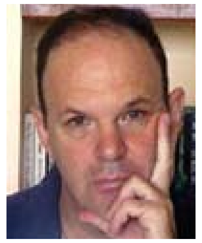
פרופ' ניר שביב



26 הכבני אלים היינו?

פרופסור לפיזיקה באוניברסיטה העברית בירושלים. מחקריו עוסקים ומכסים תחום רחב באסטרופיזיקה ופיזיקה של אנרגיות גבוהות, כמו גם חקר כוכבים וגלקסיות מראשית התהוות היקום. מחקריו הידועים עוסקים בקשר בין קרינה קוסמית לאקלים כדור הארץ ובקשר בין זרועות שביל החלב ותקופות הקרח בכדור הארץ

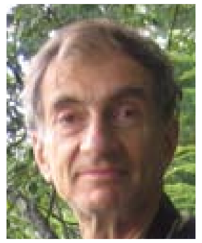
פרופ' דני רבינוביץ'



40 דמדומי הציוויליזציה

פרופסור בחוג לסוציולוגיה ואנתרופולוגיה באוניברסיטת ת"א. עוסק בהיבטים החברתיים, התרבותיים והפוליטיים של המשבר הסביבתי. ספריו בנושאים אלו פורסמו בהוצאת אוניברסיטת קיימברידג' ואוניברסיטת ברקלי. ספרו: "הנה זה בא – כיצד תשרוד האנושות את משבר האקלים", עומד לצאת לאור בדצמבר 2009

פרופ' יואל א. כהן



50 9.2 מיליארד

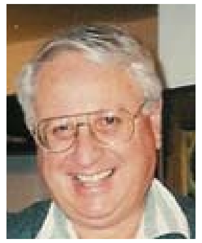
פרופסור לחקר אוכלוסיות, ומדעי כדור הארץ באוניברסיטאות רוקפלר וקולומביה בארה"ב. מתמטיקאי וביולוג. מחברם של שמונה ספרים, כולל רב־המכר "כמה בני אדם יכול כדור הארץ לשאת". חבר באקדמיה למדע בארה"ב ובחברה הפילוסופית האמריקאית. נבחר בעבר על־ידי העיתונות כאחד ממאה המדענים הצעירים החשובים בארה"ב

פרופ' שלמה חסון

60 ואף-על-פי-כן אינו שטוח

פרופסור במחלקה לגיאוגרפיה, במכון ללימודים עירוניים ואזוריים ובבית הספר למדיניות ציבורית באוניברסיטה העברית. חוקר, מלמד ויועץ בתחום העירוני והחשיבה האסטרטגית. פרסם ספרים ומאמרים על דמוקרטיה עירונית, מאבקים עירוניים וחברתיים, ערים חצויות, והגיאופוליטיקה של ירושלים. שני ספרים בעריכתו יראו אור בקרוב

פרופ' יונתן ארז



74 כבר לא אותו הים

פרופסור לאוקיינוגרפיה ולביוכימיה ימית במכון למדעי כדור הארץ באוניברסיטה העברית בירושלים. עומד בראש הקתדרה לגיאולוגיה. חבר במכון למדעי כדור הארץ. תחומי עיסוקו בשנים האחרונות הם מחזור הפחמן באוקיינוס, תהליכי ביומינרליזציה של יצורים ימיים המשקיעים גיר באוקיינוס, והשפעת השינויים הגלובליים על תהליכים אלה

06

שמואל שם־טוב

הכוס של פיתגורס

כדור הארץ מאותת לנו שחגיגת הצריכה האנושית של מדינות המערב מתקרבת לסיומה. התגובות מתחלקות לשתיים: יש כאלה התופסים את האדם כחלק מהטבע ומנסים להשתלב בתוכו, ויש כאלה שרוצים להמשיך במסיבה ובטוחים שכמו בעבר, האדם ימצא בכוח שכלו את הפתרונות ויבסס את שלטונו הבלתי מעורער על סביבתו

אל תקני את החזייה הזאת. ראיתי אותך עומדת מול חלון ראווה. במרכז החלון חזייה שחורה. מחיר החזייה 475 שקל. החזקת מגזין והשווית את החזייה שבמגזין לחזייה שבחלון הראווה. אותה חזייה. 475 שקל. את מרוויחה 2,900 שקל בחודש. אל תקני את החזייה. היא לא שווה 475 שקל. זו תעשייה שחומריה האמיתיים הם הזיה, פתיינות, ניצול. עובדים עלייך פסיכולוגית. החזייה לא שווה 250 שקל. מישהו שם מחשיב אותך גוש בשר שרואה טלוויזיה ומגזינים וחי (קונה) על פיהם. אל תהיי קורבן של פסיכוזת הקניות. תהיי אדם ריבוני. אל תהיי צרכן המום. תמרדי במחלקת הקניות. תראי, גם אני הייתי קורבן כמוך. לפני חמש שנים מרדתי בפסיכוזת הקניות. אני מרגיש טוב יותר. רציתי לומר לך זאת ליד חלון הראווה, אבל אנחנו לא מכירים והפנייה שלי אלייך, ככה פתאום, הייתה מרעישה אותך והיית צועקת וכבר הייתי גומר באבו כביר. אז אני כותב לך את זה. אל תקני. זו מחלה.

(אדם ברוק, "מעריב", "שישי")

■ שיווק הוא האמנות למכור לך הרבה ממה שאתה לא צריך. לא מדובר ברעיון מודרני. סוקרטס מזהה את התופעה אצל בני עירו, אתונה, ומנסה לשכנעם, ללא הצלחה, שהרכוש והעושר אינם מהות הכל. כישלונו מהדהד באוזנינו בכל פעם שאנו מעבירים כרטיס אשראי מגנטי בחנות הקניון הקרוב לביתנו. תרבות הצריכה והקנייה הפכה במאה ה־20 לכוח החזק ביותר המניע את המין האנושי.

הכלכלה הקפיטליסטית רואה בצמיחה חזות הכל. מדינות שבהן אין גידול מתמיד של התוצר, הופכות למדינות עולם שלישי. חברות שאינן יכולות להצביע על צמיחה משמעותית, נמחקות מהבורסה ונעלמות. לא נפט הוא שמניע את גלגלי הכלכלה הגלובלית, אלא צריכה. רק צמיחה תאפשר קדמה ורווחה, ורק ביקוש גובר מבטיח צמיחה. תרבות הקנייה והתשוקה הבלתי ניתנת לסיפוק לעוד ועוד מותרות הן הדלק האמיתי בכלכלת הצמיחה. עולם שלם נושף בעורפנו ולוחש – אם אתם לא קונים אתם לא קיימים, או לפחות, לא נחשבים.

"אחרי מאבק של שנים בין שתי אסכולות פילוסופיות־תרבותיות הראוותנות ניצחה את ההסתפקות במועט, הגאווה הכניעה את הצניעות, והבזבוז והמותרות גברו על החסכנות והמידתיות. התרבות המערבית, בעיקר זו הדתית, הטיפה תמיד לצניעות"

אחרי מאבק של שנים בין שתי אסכולות פילוסופיות־תרבותיות הראוותנות ניצחה את ההסתפקות במועט, הגאווה הכניעה את הצניעות, והבזבוז והמותרות גברו על החסכנות והמידתיות. התרבות המערבית, בעיקר זו הדתית, הטיפה תמיד לצניעות. ישו דרש: "**אשרי הענווים כי המה יירשו ארץ**" וקרא להסתפקות במועט עד כדי סיגוף. היהדות לא ראתה מעולם ברכוש ובעושר את האידיאל האנושי. "**איזהו עשיר? השמח בחלקו**", קבעו חז"ל, ותלמידי חכמים "**מסתפקים בפת של מלח, מים במשורה, ישנים על הארץ, עמלים בתורה וכך אשרם וטוב להם**".

במקדש אפולו בדלפי נכתב: "**שום דבר לא למעלה מן המידה**". היוונים השתמשו במילה "סופרון", שנוטים לתרגמה ל"מתון" או "מיושב בדעתו", ביטוי המשמש ניגוד ל"הרבה" או "יותר מדי". פיתגורס, המתמטיקאי הגדול מסאמוס, המציא את הכוס הנקראת על שמו – כוס יין שאם תמלא אותה עד רמה מסוימת, תוכל ללגום ממנה את היין בנחת, אבל אם תמלא את הכוס יתר על המידה, ברגע שתנסה לשתות ממנה תוכן הכוס יישפך מתחתיתה על בגדיך, וכך תיענש על גרגרנותך. בשנים האחרונות הכוס נמכרת לתיירים כמשל ליחס בין בני האדם, תרבות הצריכה ומצב העולם.

סיפור אישי שחוויתי ביוון מבהיר את הפער המנטלי בין תרבות הצריכה המערבית לחיים על־פי מידה. הגענו, כמה חברים, לאי היווני הקטן קוסטלוריזו. בצידו הלא מיושב של האי מסתתרת מערה כחולה יפהפייה, שאליה ניתן להגיע רק בעזרת סירה של אחד הדייגים באי. סיבוב למערה וחזרה אורך כשעה, והדייג מקבל תשלום של כ־50 דולר, הרבה יותר ממה שירוויח מדיג מוצלח. השעה הייתה 11 בבוקר, הדייג ישב ושתה קפה בטברנה שליד רציף הסירות. ביקשנו ממנו להוציא אותנו לסיבוב במערה. הוא סירב. כששאלנו למה, תשובתו הייתה קצרה וחד־משמעית: "עשיתי כבר סיור אחד היום. אני לא צריך יותר מזה".

בספר חדש היוצא בימים אלו, "**מחר**", מתאר הפילוסוף דניאל מילוא תהליך אנושי המוביל ל"**יותר מדי**". אנו, קובע מילוא, בעלי

>>

"**obsessiveconsumption**" – **צרכנות אובססיבית פרויקט אישי של המאיירת קייט בינגמן המתעדת מדי יום את הפריטים אותם רכשה** / עוד על הפרויקט באתר: Kate Binagam Burt, www.obsessiveconsumption.com

<< החיים היחידים הרוצים תמיד הרבה יותר ממה שהם צריכים וצורכים. בני אדם הם יצורים עם עיניים גדולות ונטייה להפרזה ולהגזמה, שבטבע עלולה להיות הרסנית לסיכויי ההישרדות. האם התשוקה לעוד, או ליותר מדי, שלילית בהכרח? פילוסופיות ליברליות וקפיטליסטיות רואות דווקא בנטייה זו – השאיפה להשיג עוד והרבה – את הסיבה המרכזית להפיכת האדם ליצור מנצח. הרצון להשיג יותר, יחד עם סקרנות ודמיון, הם אלו שהוציאו אותנו מהמערות בדרך אל המחשב וספינות החלל.

המושגים הקלסיים בתורת הכלכלה המודרנית משתנים מול עינינו. המודלים הכלכליים שעליהם גדלנו הניחו אדם רציונלי (שמעולם לא היה קיים), שוק חופשי (שאף פעם לא היה חופשי באמת), ונקודת שיווי משקל שבה באים כל הצדדים על סיפוקם (נקודה שאינה קיימת ואינה יכולה להתקיים, במיוחד בעידן שדורש עוד ועוד סיפוקים). השוק החופשי, כמו הביקוש האנושי, נתון למניפולציות, התערבות והכוונה, ובני אדם מתנהגים לעיתים קרובות בצורה בלתי רציונלית בעליל. הדייג ה"לא רציונלי", זה שמסתפק רק בהכנסה שהוא נזקק לה, הולך ונעלם. העולם המערבי מכריח אותנו לצרוך ללא הפסקה. הקפיטליזם לימד אותנו שהשמים הם הגבול, ולמה להסתפק בפחות מהכל? כולנו הפכנו לאמריקאים.

הכומר האנגלי תומס מלתוס הוא אחד מאנשי הכלכלה המשמשים דוגמה לניתוח ולחיזוי כושלים. במסה שלו "**על עקרון האוכלוסייה**" הציע מלתוס תיאוריה הגיונית ומשכנעת, לפיה קצב התרבות האוכלוסייה יגדל, בעוד שמנגד, כמות המשאבים והמזון תצטמצם. התוצאה, הבלתי נמנעת לטעמו, תהיה מאבק קשה על משאבים ומלחמות בלתי פוסקות. כלכלני המאה ה־20 נהנו ללגלג על מלתוס ועל תחזיותיו ולפאר את היכולת האנושית להתגבר על כל מחסור ולאפשר לכל אדם (לפחות אדם עשיר) לזרוק ביום אחד כמות מזון, שעיר שלמה לא הייתה חולמת לאכול בתקופתו של מלתוס.

הכוס של פיתגורס / תמונה: ויקישיתוף

משבר האנרגיה־אקלים, קטסטרופה אקולוגית שאותה מתאר טום פרידמן בספרו "**חם, שטוח וצפוף**", מזכיר במידה רבה את התזה של מלתוס. העולם רוצה לחיות כמו אמריקה, אומר פרידמן, אבל **כל העולם** אינו יכול לקבל את מה שהאמריקאים קיבלו בעבר. רמת חיים אמריקאית לכל פירושה הרס אקולוגי, מלחמות והתאבדות מדעת של תושבי כדור הארץ. אין, לפחות כרגע, משאבים שיספקו כמות צריכה אנושית בלתי מוגבלת, בלי לגרום להרס מוחלט של כדור הארץ, ואם לא נמציא את הפתרונות, ספק אם נמשיך להתקיים. מלתוס לא היה מנסח את הדברים אחרת מפרידמן.

יש מכנה משותף מעניין בין תיאוריית מלתוס, הכלכלה הקפיטליסטית, הגלובליזציה ומשבר האקלים/אקולוגיה, שלדעת רבים, מהווה את האיום המשמעותי השני בחשיבותו (אחרי פצצת האטום) על עתיד האדם. הקשר הזה אינו מובן מאליו, אבל אם מנסים להגדירו בתמצות, הרי שמדובר בשאלת **מעמדו של האדם בטבע**.

הצבת האדם במרכז, אולי האקט החילוני המודרני המשמעותי ביותר, יצרה, בין השאר, את ההומניזם הליברלי המערבי – זה המחבר בין זכויות אדם, דמוקרטיה וכלכלה חופשית. להבדיל מתנועות טוטליטריות, האמינה אסכולה זו כי האדם הוא חזות הכל. תנועות מודרניות אחרות הציבו את המדינה, הגזע, המעמד החברתי במרכז. ההומניזם הליברלי ראה את האדם היחיד ומעמדו כערך שעומד מעל כל ערך אחר.

כבר במאה ה־15 כותב איש הרנסנס ההומניסט פיקו דלה מירנדלה את המאמר שפרסם אותו, "**על כבוד האדם**", ובו הוא אומר כי האל הציב את האדם במרכז התבל: "**שלא תיאלץ להיות נתון בשום סייג לפי בחירתך – והלא לשלטון בחירה זו נתתיך – תקבע אתה את מהות טבעך. במרכז העולם נתתיך, למען תוכל לראות סביבך ביתר נוחות מה שמצוי בעולם... אתה תיצור את עצמך בצורה שתבחר. תוכל להידרדר לצורות התחתונות – צורות פרא. גם תוכל על־פי החלטתך להיוולד מחדש בצורות העליונות שהן אלוהיות**".

בלי להכריז באופן רשמי על המהפך, האדם הפך לסוג של אל. מעל הטבע, ולא חלק מהטבע. שליט היקום, ולא שותף זעיר בפסיפס עצום של חיים וחומר. כאלים היינו, ושאר היצורים החיים הפכו למזון או לשעשוע. המשאבים כולם נועדו להשביע את רעבוננו להשיג עוד וכמה שיותר. מיצורים נאורים החיים על־פי רעיון הומניסטי של "מותר האדם", הפכנו לחיית הטרף הגדולה ביותר בהיסטוריה של כדור הארץ.

המאה ה־20 חיזקה את תחושת השליטה האנושית. נדמה היה שאינשטיין מקרב אותנו אל ההבנה הכוללת של היקום. הקוד הגנטי פוענח, והדרך לחיים שנוצרים בידי אדם נראית קרובה. האדם נחת על הירח, והטכנולוגיה התקדמה בקצב בלתי נתפס. המסיבה האנושית הייתה בעיצומה, והמשאבים נראו בלתי מוגבלים כאשר החלו להתגלות סימני משבר.

ב־1972 פרסם "מועדון רומא" דו"ח כלכלי ראשון מסוגו, המגדיר גבולות לצמיחה כתוצאה ממחסור צפוי בחומרי גלם ואנרגיה. האזהרה התבררה כמוקדמת, אבל התחושה הייתה שמשהו רע מתרחש. ב־1975 התחילו להתפרסם מודלים חישוביים על שינויי אקלים בכדור הארץ. כמו בכל מחלה, הסימן הראשון היה התחממות קלה. אחר־כך אובחנה ירידה בכמות הגשמים, היעלמות יערות, הפשרת קרח בקטבים, הכחדת מינים ביולוגיים, שינויים בהרכב המים באוקיינוסים, הגדלת החור באוזון ועליית שיעור הפחמן הדו־חמצני באטמוספירה.

ב־2005 פרסם החוקר ואיש המדע טים פלנרי ספר מקיף על סוגיית המשבר האקולוגי: "**מחוללי האקלים – תולדות שינוי האקלים והשפעתו העתידית**". פלנרי מסכם בבהירות את שורת התופעות המדאיגות בתחומי חיים שונים ומנתח את השפעות האדם על התופעות. הוא מזכיר לנו את "**גאיה**" (אלת האדמה במיתולוגיה היוונית), ספרו של המתמטיקאי ג'יימס לוולוק שהתפרסם ב־1979 ותיאר את כדור הארץ כאורגניזם יחיד מסוגו המכונה "גאיה". באורגניזם זה יש לכל דבר על הפלנטה קשר אינטימי עם כל דבר אחר, כמו איברים בגוף החי. האטמוספירה היא "המבנה הביולוגי" המקשר בין כל החלקים ומווסת את הטמפרטורות. האדם הוא רק חלקיק זעיר ממערכת ענקית המתפקדת בהרמוניה להשגת איזון.

לי להכריז באופן רשמי על המהפך, האדם הפך לסוג של אל. מעל הטבע, ולא חלק מהטבע. שליט היקום, ולא שותף זעיר בפסיפס עצום של חיים וחומר. כאלים היינו, ושאר היצורים החיים הפכו למזון או לשעשוע. המשאבים כולם נועדו להשביע את רעבוננו להשיג עוד וכמה שיותר.

גאיה אינה תיאוריה מדעית מקובלת. היא משל למציאות שבה האדם אינו שליט הטבע, אלא שותף במערכת. תפיסות "ירוקות" הקשורות להימנעות מאכילת בשר, הסתפקות במועט וניצול מינימלי של משאבי טבע מחזירות את האדם למעמד שוויוני עם כל יצור אחר ומנסות למנוע, בנימוקים מוסריים ותועלתניים כאחד, את המשך הפגיעה בכדור הארץ.

כדור הארץ נמצא בתהליך שינוי אקלימי ואקולוגי. הוויכוח, האם ההתחממות נגרמה על ידינו או עקב תופעות טבע – הוא כמעט דיון תיאולוגי. האם הטבע "אומר את דברו"? אם כן, האם הטבע פועל בשל מעשים שבני האדם עשו? האם בני האדם אשמים? האם על בני האדם לשלב ידיים עם הטבע ולהתאים עצמם אליו, או להפך – להילחם בו ולאלפו לצורכיהם?

אחדים, כמו אל גור וטום פרידמן, טוענים שהדיון הפילוסופי־תרבותי אינו חשוב. אם לא נפעל מיד, לא נוכל להחזיר את הגלגל אחורנית. פרידמן מאמין שהיצירתיות האנושית, הטכנולוגיות המתקדמות ושיתוף פעולה עולמי יביאו למציאת תחליפי אנרגיה, שלא יסכנו את כדור הארץ ויאפשרו המשך צמיחה עולמית מתמדת, לרווחת כולם. לטעמו, לא צריך לשנות את השיטה, אלא להתמודד עם כשליה. ארגונים ירוקים אחרים טוענים שאנו נעים במהירות אל עבר התהום, ושאם לא תשתנה מן היסוד הגישה התרבותית־כלכלית, במיוחד זו שאותה מייצגת אמריקה, לא ניתן יהיה להתמודד עם משבר האקלים־אנרגיה.

אין חובה לבחור עמדה חד־משמעית בדיון זה. הבחירה האמיתית נעשתה עבורנו לפני עשרת־אלפים שנים, כאשר האדם המודרני יצא מהמערה למסע אבולוציוני, שסופו במרחבי היקום. במודע או שלא במודע, משמעותה של יציאה זו הייתה להגיד כן למעשה ולא לגורל. פירושה סקרנות, ולא קבלת דין; לקיחת אחריות, פרטית וקולקטיבית – תחילה של פרטים ואחר־כך של קהילות, מדינות וחברות – על הגורל והסביבה.

בעלייתו למרכז הבמה הגיע האדם למעמד כזה, שמעשיו בהחלט משפיעים על הטבע. הבחירה – איך נשתמש בכוח האדיר שאספנו במהלך האבולוציה האנושית – היא בידינו. המדע מספק לנו את הנתונים, תוצאות פעלינו, ופורש אותם לפנינו בבהירות. כולם מצביעים על שינוי דרמטי המתחולל סביב. אין ודאות שכל השינויים קשורים אלינו, אבל התמונה הכללית המצטברת מפאזל הפרטים צבועה באדום לוהט. עכשיו נותרה השאלה, האם אנו מוכנים ורוצים להמשיך ולשאת באחריות.

shemtov2@017.net.il

שמואל שם־טוב הוא איש תקשורת, מנהל מרכז ההדרכה לספריות בישראל ועורך כתב העת "אודיסאה – מסע בין רעיונות"

011

אני ואתם נשנה את העולם

אחרי אל גור הגיע תורו של טום פרידמן, בעל הטור והעיתונאי החשוב בעולם, להתייצב בחזית המאבק להצלת כדור הארץ. המסר של פרידמן חד וברור: העולם הצפוף בחיבור עם העולם השטוח יוצרים עולם הולך ומתחמם. שינויי האקלים הצפויים יביאו ללא פחות מאשר הרס האנושות. פרידמן מציע לאמריקה ולעולם תוכנית חירום שמטרתה לשנות את העתיד. תוכנית ההצלה שלו כוללת שינוי באורח החיים האמריקאי, התערבות ממשלתית בשוק החופשי והחשוב מכל - יוזמות כלכליות ופרטיות לשחרור סופי ומוחלט מאנרגיית הנפט, הפחם והגז. אם העולם לא יפסיק להתבוסס בנפט, כולנו נטבע. ראיון עם טום פרידמן >>

פסטיבל הבוץ בקוריאה / צילום: איי.פי.

טום פרידמן / צילום: אימג'בנק

■ באוגוסט 2005, זמן קצר אחרי שההוריקן קתרינה חולל את הלא ייאמן והרס את ניו אורלינס, עיר אמריקאית מודרנית, נתקף טום פרידמן בתחושת חרדה קשה. "נכון", הוא מספר, "שנים קודם לכן הופיעו אותות אזהרה המתבטאים בשינויי אקלים, התחממות עולמית, עלייה בגובה פני הים והמסת קרחונים, אבל רק אחרי קתרינה הבנתי בבירור שמשהו חריג מתרחש".

בספרו "חם, שטוח וצפוף" כותב פרידמן על הסיבות לתחושת החרדה: "ההוריקן הכל־כך קטלני, הפגיעה הגדולה בעניים, הפערים הבין־גזעיים, התגובה העלובה של הממשלה. קתרינה ערערה את ביטחוני האישי, היא העלתה אצלי שאלות פילוסופיות שלא שאלתי קודם, והשאלה הראשונה הייתה, מי גורם להתחממות?"

השאלה של פרידמן איננה שאלה מטאורולוגית או טכנית. היא עומדת בבסיס דיון פילוסופי־חברתי, המתקיים מעל 20 שנה בתרבות המערב: האם אנחנו, בני האדם, גורמים לשינויים דרמטיים והרסניים בטבע ובעולם סביבנו? האם שינויי האקלים הם, כפי שהגדרנו פעם, "כוח עליון" שאינו תלוי בנו ואינו באחריותנו, או תוצאה מסוכנת של היצר האנושי ומעשה ידי בני אדם?

פרידמן מצטט בספרו את פרופ' ירון אזרחי, שאומר כי היוונים יצרו את מושג הטבע כמערכת שאינה תלויה בבני אנוש. מבני האדם הוסרה האחריות להתרחשותן של סערה, רעידת אדמה או בצורת. היום האחריות חוזרת אלינו. כמו אבות אבותינו, אנו שואלים בחשש – האם אנחנו גרמנו להוריקן או לרעידת האדמה בגלל דברים רעים שעשינו?

למעט כמה קבוצות של "מכחישי שינוי", יש הסכמה מדעית רחבה על כך שתהליך התחממות כדור הארץ מואץ, ושבני אדם אחראים לחלק מהותי מהתחממות זו. יש גם הסברים נוספים. בעמודים הבאים של הגיליון מתאר הפיזיקאי ניר שביב את התהליכים הקוסמיים ופעילות השמש, האחראים, לטענתו, במידה רבה לשינויי האקלים. אבל שביב הוא בהחלט יוצא דופן, וככל שהדיון מתמשך, התמונה המצטיירת מפחידה יותר. אם מסתכלים על המודלים הממוחשבים (והאפשריים) הגרועים ביותר, מדובר בהתחממות שאינה הפיכה, ושנזקיה עלולים להיות בלתי נסבלים לקיום אנושי עתידי.

תחושת החרדה הוציאה את פרידמן למסע לימוד סובב יבשות, שבסיומו הפך למטיף קנאי הקורא לשינוי עולמי מיידי. בניגוד לרוב הדוברים המזוהים עם ארגונים ירוקים או קבוצות רדיקליות, פרידמן מייצג עמדה ירוקה "קפיטליסטית". היד שהרסה היא היד שתשקם, והרוח האנושית החופשית, ברגע שתקלוט את עוצמת הסכנה, תדע לייצר את הפתרון. הנושא הדחוף ביותר, אם כן, הוא להפנים את מצב החירום או, בלשונו של פרידמן, להשמיע את אזעקת האסון "צבע ירוק".

צבע ירוק, באנגלית "code green", הוא תזכורת למה שהצבע האדום סימל באמריקה של המאה שעברה – האיום הקומוניסטי שהניע את האמריקאים להגיע לירח ולהתייצב בראש העולם החופשי. בישראל מתקשרת הסיסמה לאזעקת האזהרה נגד טילים.

"מדוע כמה מהבנקים הגדולים בעולם וכמה מהקרחונים נמסו באותו זמן? מדוע המשבר הכלכלי והמשבר הסביבתי הם שני צדדים של אותו מטבע? התשובה היא שגם בשוק הפיננסי וגם ביחס לאמא אדמה השתמשנו בחשבונאות לקויה. אפשרנו לאנשים לקחת סיכונים בלי לקבוע לכך מחיר מותאם. אפשרנו לאנשים לממש רווחים, ולאחר מכן הטלנו על החברה את תשלום ההפסדים"

לפחות בתקשורת ובפוליטיקה, הוויכוח האם הסכנה לעולם אמיתית או לא, עדיין נמשך. האם אתה חושב שכוחות כלכליים ופוליטיים חזקים מנסים להעלים מאיתנו את עוצמת ההידרדרות?

מי שהציב את בעיית ההתחממות בראש סדר היום העולמי הוא פוליטיקאי – אל גור. ייתכן שזו הסיבה לכך שהנושא הפך למעין ויכוח פוליטי. ברגע שמדובר בפוליטיקה, התקשורת מנסה לנהוג באובייקטיביות, להציג דיון בין שני צדדים לגיטימיים, צד אחד אומר ככה וצד אחר טוען ההפך. זה יצר בלבול. מול כל ציטוט של צד אחד הוצג ציטוט של צד אחר; כנגד כל נתון מדעי נמצא נתון מדעי סותר. הציבור הרחב לא יכול היה לשפוט או להחליט מי צודק, ומכיוון שמדובר בתופעות שתוצאותיהן יבואו לידי ביטוי בעתיד, הרי הכל יכול עדיין להשתנות. פוליטיקאים לא מתייחסים לטווח הארוך. הדברים לא התבהרו גם כשהרוב המכריע של המדענים קיבל את הטענה שההתחממות אכן מתרחשת, ושהאדם גורם לה. עדיין מדובר בעיקר במילים ובמספרים, ולא במשהו שאנשים ממש מרגישים.

המדענים מתמקדים במה שהם לא יודעים; זו מהות המדע. עצם העובדה שהם לא משוכנעים בכמה דברים לגבי ההתחממות, או שהם מתקשים להעריך את השפעתו של כל גורם, לתת תוצאות מדויקות של כל תהליך – כל זה לא אומר שהם מפספסים את התמונה הכוללת. מכחישי ההתחממות ניצלו את מגבלות השיטה המדעית ואת זהירות אנשי המדע כדי להימנע מתהליכי שינוי.

ונושא השינוי הוא הבעיה המרכזית. השמרנים הם אלה שעל־פי תפיסת עולמם, אמורים להיות קונפורמיסטים וזהירים. אם רוב המדענים מזהירים מהתחממות, התגובה השמרנית אמורה להיות הסכמה עם הרוב. אם אתה לא נוהג כך, אתה בעצם רדיקל ולא שמרן. במקרה זה השמרנים לא קיבלו את עמדת המדענים. נוצר שילוב הרסני בין האינטרסים של תעשיות הנפט והפחם לבין החששות של פוליטיקאים שמרנים משינויים כלכלים דרמטיים. יש משבר שיכול להיגמר באסון, ומה שמטריד עדיין את השמרנים הוא, שחלק מהמרשם לפתרון הבעיה כרוך בהתערבות ממשלתית דחופה. בגלל שהם מתנגדים בתוקף לכל התערבות כזאת, הם נאלצים להכחיש את הדיאגנוזה. אני מאמין שתפקיד הממשלה בעת כזו הוא לפעול לקביעת חוקים, תקנות ומיסים, שיאפשרו, בין השאר, מניעת זיהום, חיסכון באנרגיה מדלקים ופחם ופיתוח טכנולוגיה נקייה יותר.

במהלך ביקור בישראל דיבר אל גור על כך שאנשים מתקשים להבין את חומרת הבעיה לא רק מסיבות פוליטיות או כלכליות, אלא בגלל שמדובר בתופעה שלא ניתן לראות אותה או לחוש בה באופן מיידי.

מדובר, ללא ספק, בנקודה מרכזית. אתה מדבר על אויב שלא ניתן להריח אותו, או לגעת בו, והוא הפחמן הדו־חמצני. אין כאן פרל הרבור, מטוסים תוקפים ותמונות של לוחמים הרוגים. זה מקשה על גיוס כוחות פוליטיים לפעולה. תזכור, רוב הקורבנות של מה שקורה היום הם הילדים שעדיין לא נולדו. כאשר תריח זאת, או כשיתרחש פרל הרבור אקלימי, זה כבר יהיה מאוחר מדי לעשות משהו. אני טוען שיש שני מצבים שבהם ניתן לגייס ציבור להתמודדות עם בעיות. מצב אחד הוא כאשר הבעיה מוחשית ומיידית, כמו במקרה של מלחמת העולם השנייה ופרל הרבור. המצב השני הוא כאשר יש הזדמנות מתאימה לפעולה שתביא לרווח.

אל גור עשה נפלאות בתיאור הבעיה, ואני מתמקד בתיאור **ההזדמנות** שעומדת בפנינו. בעולם חם, שטוח וצפוף אני יודע דבר אחד בוודאות, כפי שאני יודע בוודאות שיש אף על פרצופי: התעשייה העולמית החשובה והרווחית שתתפתח בעולם בשנים הבאות, היא תעשייה של ייצור אנרגיה נקייה. זה דבר שחייב לקרות, כי אחרת נעשן ונחנוק את העולם למוות. מה שאני לא יודע זה, מי יקדם תעשייה זו ויהיה הבעלים שלה, מי יהיה הראשון שיוביל את התעשייה הזו. אני אומר לציבור האמריקאי, דמיינו שחברות כמו IBM, מייקרוסופט או אינטל, מה שנקרא עולם ה־IT (טכנולוגיה חכמה), לא היו אמריקאיות. במקרה זה לא היינו עשירים במיוחד. עכשיו דמיינו מה יקרה אם עולם ה־ET (תעשיית האנרגיה הנקייה) לא יהיה אמריקאי. במחקר שנערך לא מכבר נמצא, שמתוך 30 החברות המובילות בתחומי טכנולוגיה ואנרגיה נקייה, רק חמש הן חברות אמריקאיות. אם אמריקה לא תוביל בתחום

>>

<< זה, היא תאבד את מעמדה המוביל בעולם. אפשר להניע את העולם לפעולה, אם מראים לו את ההזדמנות שעומדת בפניו.

וזה עובד? חברות רוצות תוצאות מיידיות. מדינות מתפתחות, כמו סין והודו, רוצות להגיע לרמת חיים אמריקאית כאן ועכשיו. יש להן נפט, גז ופחם זמינים וזולים, ואתה רוצה עכשיו לעצור אותן?

יש לי סיפור בקשר לכך. כשאני בא להרצות בסין, בני שיחי אומרים לי שעד עכשיו אנחנו זיהמנו את העולם, ועכשיו הגיע תורם. אני עומד לפני מנהלי חברות סינים ואומר להם בנחת, תזהמו כמה שאתם רוצים, קחו את הזמן שלכם, תמשיכו לעבוד עם נפט, פחם ושיטות תעשייתיות ישנות. תנו לנו לפחות עוד חמש שנים, כי בזמן הזה אנחנו נפתח טכנולוגיות נקיות, זולות ויעילות, ואז אני אבוא למכור לכם אותן, כדי שתטפלו בכל הזיהום שיצרתם. שוב תהיו תלויים בנו. אחרי שהמתרגם מסביר את דברי, פתאום אני רואה שהבעת הפנים של הסינים המשוחחים איתי משתנה. הם מבינים שמדובר בתחרות כלכלית ואני, האמריקאי, שוב עומד לזכות ביתרון. אפריקה, אגב, היא מקרה שונה, לדעתי. יש לנו חובה מוסרית ואנושית לספק למדינות היבשת הזו, בעלות נמוכה, טכנולוגיות שיאפשרו להן לספק את צורכי האנרגיה הנקייה. לצערי, אנחנו לא עושים זאת כיום, לפחות לא בהיקף הנדרש.

בסופו של דבר, גם אתה מסכים ששורשי המשבר האקלימי והאקולוגי הוא ברמת החיים ובצריכה הבזבזנית שאמריקה הובילה והפיצה בעולם כולו. בתשובה לשאלה למה אמריקה היא בזבזנית האנרגיה הגדולה בעולם, והאם היא צריכה לשנות את התנהגותה, ענה הנשיא בוש: "בשום אופן אין צורך לשנות את התנהגותנו. זהו אורח החיים האמריקאי, ותפקידנו להגן עליו". אם כך אמריקה חושבת ומתנהגת, מה אתה מצפה מהעולם?

אני חושב ומאמין ששימור הסביבה ורמת חיים גבוהה הם לא שני הפכים. כולנו רוצים רמת חיים טובה יותר עבורנו ועבור ילדינו, כולנו אוהבים לקנות ולצרוך. אני טוען שיש דרכים להתפתח ולשמר את איכות החיים שלנו בלי לפגוע בסביבה, באקלים ובמרחבים הירוקים, ויש דרכים הרסניות וטיפשיות לצמיחה כלכלית. צריכים לבחור.

יש ירוקים מסורתיים שאומרים שאנחנו, האמריקאים, והעולם כולו צריכים לעצב מחדש את השיטה הקפיטליסטית, לשנות את התנהגותנו ואולי את האופי שלנו, ולהסתפק בפחות. ייתכן שזה נכון ובעתיד לא תהיה לנו ברירה, אבל לפני שעושים זאת, אולי נתחיל ממשהו שהוא קצת פחות משינוי השיטה? אולי כדאי שאנשים פשוט יטרחו לכבות את האור בלילה בתל אביב?

אם הייתי מציע לאסור מכירת מכוניות בישראל, היו אומרים לי שזה ישנה את אורח החיים של הישראלים. אבל אם הייתי מעביר חוק שאוסר על מכירת מכוניות שנוסעות פחות מעשרים קילומטר לליטר אחד של דלק, האם זה היה משנה את אורח החיים של אנשים? איני סבור כך. אם הייתי אומר לאנשים שהם לא יכולים לעבוד במשרד בלב העיר תל אביב אלא רק מהבית, זה היה משנה את חייהם, אבל אם הייתי קובע שהם יכולים לעבוד במשרדים בתל אביב בתנאי שפליטת גזי החממה מהמשרדים תהיה אפס, האם זה היה משנה את חייהם? איני סבור כך.

אני טוען, ואני גם אומר זאת לגורמים שמרניים בארצות הברית, שאם לא נעשה עכשיו את הדברים הבסיסיים והנכונים, נצטרך להשתמש באמצעים דרקוניים בעתיד. אז באמת נפגע באורח החיים שלנו. כדי לעשות דברים קיצוניים צריך ממשל אוטוריטטיבי, שינהל מדיניות של קיצוב ויתערב בכל דבר. אז, כמו בכל שלטון ריכוזי, תעלה השאלה, מי מחליט למי מגיע ולמי לא. זה יהפוך להיות מאוד מכוער, ואני לא רוצה שנגיע לכך.

אז הכל בסדר באמריקה? כל מה שצריך זה קצת לחסוך ולעבור לאנרגיה ירוקה? ארצות הברית לא צריכה לעשות שום דבר בנוגע לכלכלה ולייצור שלה?

בספר הזכרתי מאמר שקראתי בעיתון כלשהו, המתאר 205 דרכים קלות להציל את כדור הארץ. אין דבר כזה. אנו מנסים לשנות את מערכת האקלים, להימנע מהבלתי ניתן לטיפול ולטפל בבלתי נמנע. זו מהפכה. בהקדמה חדשה שכתבתי לספרי אני מעלה את השאלות, מדוע כמה מהבנקים הגדולים בעולם וכמה מהקרחונים נמסו באותו זמן? מדוע המשבר הכלכלי והמשבר הסביבתי הם שני צדדים של אותו מטבע? התשובה היא שגם בשוק הפיננסי וגם ביחס לאמא אדמה השתמשנו בחשבונאות לקויה. אפשרנו לאנשים לקחת סיכונים בלי לקבוע לכך מחיר מתאים. אפשרנו לאנשים לממש רווחים, ולאחר מכן הטלנו על החברה את תשלום ההפסדים. אפשרנו לבנקים ולחברות הנפט והפחם לקחת סיכונים ולממש רווחים, ועכשיו, כשהכלכלה קרסה והתפתח משבר אקלימי, החברה שלנו וילדינו הם אלו שמשלמים וישלמו את המחיר.

הטיעון שלי הוא, שהדור של הורי הוא הדור הגדול, שיצר את חברת השפע ואת החופש. הדור שלי, הבייבי בומרס, הוא הדור של החגבים והארבה, שזללו את מה שהורינו יצרו. הילדים שלנו יהיו הדור המחדש, זה שיוצר מחדש חברה של שפע וחופש. הקיימות תהיה עבור הדור הזה מה שהחופש היה עבור הורינו. אם אנחנו, באמריקה ובכל מקום בעולם, לא נבנה חברה מקיימת, השומרת על הסביבה, לא נהיה חופשיים, כי הטבע יטיל עלינו מגבלות שיהיו קשות יותר מאלה שהטיל השלטון הקומוניסטי. אנו צריכים, ומהר, להטיל מס על פליטת פחמן, להמשיך בטיפול בנזקים שנגרמו לטבע, ולדאוג לרגולציה של השוק הפיננסי. המשבר הכלכלי האחרון נבנה על הנחות הבנקים שניתן להפיק רווח ממשכנתאות, ואז לקחת את הרווח ולהיעלם. הדרך <<

קיימות – Sustainability באנגלית. **אידיאולוגיה ודרך חיים הדוגלות בקיום תהליך לאורך זמן ברמה קבועה, ללא פגיעה בסביבה ובטבע. קבוצות הדוגלות בדרך חיים של קיימות פועלות בארץ ובעולם. ראו בהמשך את מדורו של דודי גולדמן בנושא.**

תוצאות הוריקן "קתרינה" בניו אורלינס, לואיזיאנה, ארה"ב / צילום: ויזואל פוטו

החדשה, דרך חיים של קיימות, היא התנהגות בדיוק הפוכה. משמעותה היא שתמיד נהיה פה, שאין לאן לברוח, ושאמא אדמה פשוט תהיה פה תמיד לצידנו.

התנועות הירוקות נאבקות לשימור הטבע והחי מסיבות עקרוניות, ולא בהכרח משיקולי עלות־תועלת או משיקולים פרקטיים. האם המאבק שלך לשינוי האקלים דומה למאבקן?

כשנכנסתי לעסוק בתחום עניינו אותי כל הנושאים הנופלים תחת הכותרת "סביבה". שמעתי את אזעקת הצבע הירוק, קראתי את הנתונים שהציגו אנשי המדע, והנחתי שהם צודקים. ניסיתי לטוות מכל הנושאים שהתייחסתי אליהם אידיאולוגיה אחת כוללת, שמשמעותה מצב של WIN־WIN. כלומר, שכולם יוכלו רק להרוויח מהאידיאולוגיה הזו. חשבתי שניתן להגיע לפתרון שיהיה טוב לכלכלה, לאקלים העולמי, לאמריקה ולעולם כולו. אחד הדברים החשובים שאני גאה בהם, הוא שתרמתי להגדרה מחדש של מהו ירוק. לכנות משהו בשם זה לרכוש עליו בעלות. תראה איך המשמעות משתנה אם אתה מגדיר מישהו כטרוריסט, או שאתה קורא לו לוחם חופש. בעבר, לפחות בארצות הברית, אלו ששונאים את הירוקים יצרו את ההגדרה שלהם בציבור ובתקשורת. הם הגדירו ירוק כליברלי, נשי, לא פטריוטי, תמהוני, מחבק עצים ואירופי באופן מעורפל. אני הצעתי הגדרה חדשה – ירוק הוא מישהו גיאו־פוליטי וגיאו־אסטרטגי בהשקפותיו, קפיטליסט ופטריוט.

לדעתך, זו הגדרה שמאחוריה יכולים להתייצב ירוקים בכל רחבי העולם?

ספגתי ביקורת רבה על הגדרה זו, ואני מקבל אותה. מה שניסיתי להסביר לירוקים באירופה וגם בישראל הוא, שאני צריך לנהל קרב באמריקה על הטיית עמדת המדינה והציבור בנושא שינויי האקלים. אם אמריקה תשנה את עמדתה, זה ישפיע על העולם כולו. אני מאמץ גם הגדרות אחרות, אבל אני מבקש שייתנו לי להשתמש בשפה שמתאימה לארצי. אני יכול לומר באופן לא אפולוגטי שזו בהחלט הגדרה בעלת משמעות טקטית, אבל זו גם הגדרה שאני מאמין בה. היא לבטח לא סיסמת פרסומת.

אתה בעל טור בכיר שעוסק בנושאים חשובים ומושכים יותר מאשר איכות הסביבה. איך הגעת לסוגיית שינויי האקלים?

זה שילוב של כמה דברים שהתחברו. סיימתי לימודים באוניברסיטת אוקספורד, ובין השאר, למדתי ערבית. לא היה כתב לענייני נפט בסוכנות UPI שבה עבדתי, ואני מילאתי את החלל הריק שנוצר. ה"ניו יורק טיימס" שכר אותי, כי חיפשו שם כתב המתמחה בנפט. תמיד היה לי עניין רחב בשימור הסביבה והטבע, אבל נכנסתי לעומק הנושא לאחר ההתקפה של ה־11 בספטמבר. זה עורר את איש הנפט שבי באופן יותר גיאו־פוליטי, ואז גם התחלתי לטעון שאנחנו מממנים את שני הצדדים במלחמה, את אל קאעידה וערב הסעודית באמצעות רכישות אנרגיה, ואת הצי והצבא של ארצות הברית. זה נראה לי ממש טיפשי. לכן סברתי שיש להוריד את מחיר הנפט בארצות הברית ולהפסיק את המימון למדינות הנפט. הבנתי שזה מתקשר לשינויי האקלים שהתרחשו, ושמדובר בתופעות משולבות. פתאום ראיתי כיצד כל תחומי העניין שלי מתחברים, ובכלל זה העיסוק שלי בשקיעתה הכלכלית והפוליטית של ארצות הברית. מה שעניין אותי הוא, כיצד אפשר להשיב לאמריקה את מעמדה; איך מחזקים מחדש את מעמדנו בעולם. הבנתי שהבעיה הגדולה של העולם היום היא ייצור האנרגיה המזהמת, התחממות כדור הארץ והפיכתו למקום צפוף יותר. כך שכל הדברים התחברו. העניין שלי היום הוא בנפט, בהכחדת הטבע ובמצבה של ארצי ורצוני להפוך אותה לעצמאית ובלתי תלויה במי שמנסים לפגוע בה.

בספרך קראת לשליטי מדינות הנפט "רודני מלוא המֵכל". אתה עומד מאחורי טענתך לקשר חד־ערכי בין מחיר הנפט לקיצוניות, טרור ודיקטטורה?

אני קורא לכך החוק הראשון של פטרו־פוליטיקה. כשמחיר הנפט עולה במדינות מייצרות נפט התלויות בו לקיום התוצר הלאומי שלהן, מחיר החופש יורד. כשמחיר חבית הנפט היה 25 דולר, איראן בחרה לנשיא את חתמי, והוא קרא לדיאלוג בין הציוויליזציות. היא בחרה את אחמדינג'אד כשהמחיר עלה ל־75 דולר, והוא טען שהשואה היא מיתוס. אין זה מקרי שתנועת המחאה הנוכחית נגד המשטר באיראן החלה בתום שנה של ירידה מתמשכת במחיר הנפט. כשמחיר הנפט יורד, אתה רוצה קשר עם העולם ורוצה השקעות זרות.

איך מקבלים אותך בארצות מפיקות נפט לאחר שקראו את דבריך?

הלוואי שיכולתי לטעון אחרת, אבל הם אינם מודאגים ממני, ממעשי, או ממה שכתבתי.

הספר שלך הפך אותך במידה רבה למוביל תנועה עולמית. מנהיגים מחויבים לדוגמה אישית. עד כמה אורח החיים שלך ושל משפחתך מתחשב בסביבה?

אני מתאר את מצבי כעבודה הנמצאת בתהליך התקדמות. אני בר מזל ומשפחתי חיה בבית גדול, אבל תכננו את הבית שלנו כך שהוא ינצל אנרגיה גיאו־תרמית לחימום ובידוד, וזהו אחד הבתים הראשונים במדינת מרילנד העושה שימוש במקור זה של אנרגיה. יש לנו לוחות סולאריים. לידנו יש שטח של 7.5 אקר (קרוב לשלושים דונם), שיזמים התכוונו לבנות עליו. קנינו אותו, ובמקום לבנות עליו נטענו שם מאתיים עצים. זה לא פארק ציבורי, זה שטח פרטי, אבל הוא ירוק. אני נוהג במכונית, אם כי היברידית, וטס במטוסים. אני מתאר את עצמי כמי שחי כחוטא, ולא כקדוש. מטרת משפחתנו היא לחיות בבית שיפלוט אפס

"אתה מדבר על אויב שלא ניתן להריח אותו, או לגעת בו, והוא הפחמן הדו־חמצני. אין כאן פרל הרבור, מטוסים תוקפים ותמונות של לוחמים הרוגים. תזכור, רוב הקורבנות של מה שקורה היום הם הילדים שעדיין לא נולדו. כאשר תריח זאת, או כשיתרחש פרל הרבור אקלימי, זה כבר יהיה מאוחר מדי לעשות משהו"

גזי חממה, כמו פחמן. אני ברבע הדרך לשם. יש דברים שאני רוצה ועוד אין להם יישומים טכנולוגיים. יש גם מכשולים בירוקרטיים, כמו התקנת טורבינות רוח, שאותה עדיין לא אישרו לי.

אוכלוסיית כדור הארץ מכפילה את עצמה בקצב מדהים. איך אתה חושב שניתן להתמודד עם סוגיית הילודה והגידול באוכלוסייה?

אני סבור שנושאים כמו גידול באוכלוסייה, שחיתות, מחלות כמו איידס, זיהום אוויר והרס המגוון הביולוגי תלויים במידה רבה ביכולות של ממשלות. קשה לנקוט מדיניות של תכנון משפחה במדינה שאין בה ממשל תקין וחינוך ראוי. אלה דברים שאנו לא יכולים לשלוט בהם. אנחנו לא יכולים לקבוע איך יתנהל המשטר בניגריה או בזימבבואה. מה שאנחנו כן יכולים לעשות, כמדינות עשירות, הוא להבטיח שלכל אדם במדינות העניות תהיה לפחות גישה לטכנולוגיות, ושהוא יוכל להשיג את האמצעים הטובים ביותר לתכנון משפחה, ובכלל זה אמצעי מניעה. כמי שחי במדינה הצורכת רבע מהאנרגיה בעולם, אני חש לא בנוח להטיף לאנשים להוליד פחות ילדים. מה שאני יכול להגיד לאנשים הוא, שאפשר להעמיד לרשותם אמצעים לתכנון משפחה קטנה יותר.

אילו המצאות חדשות ראית, במהלך סיוריך בעולם, בתחום פיתוח אנרגיה נקייה?

הפיתוח החשוב ביותר הוא אנרגיה סולארית־תרמית. חימום מים באמצעות אנרגיית השמש הוא אחד הכיוונים המשמעותיים ביותר, וצריכים לעשות זאת בכל מדינה משופעת בקרינת שמש, כמו ישראל. אני תומך גם בפיתוח אנרגיה גרעינית. תוצאות הלוואי של אנרגיה זו, כמו טיפול בפסולת, הן פחות בעייתיות מתוצאות הלוואי של שינויי אקלים. אבל הדבר החשוב והבסיסי ביותר הוא יעילות וחיסכון בשימוש באנרגיה. זה האמצעי הזול והנגיש ביותר העומד לרשותנו, וההשפעה שלו ניכרת ומהירה.

יש הטוענים שאיחרנו את הרכבת ולא נצליח למנוע את שינויי האקלים. הם מציעים פשוט להיערך ביעילות כדי שנוכל להתמודד עם התוצאות.

איני מקבל גישה זו. זו התייחסות נוראית. מי יודע אילו טכנולוגיות נצליח לפתח בשנים הקרובות? אם אתה מעיר אותי באמצע הלילה ושואל אותי האם נוכל להתמודד עם המשבר האקלימי, אולי אשיב שלא. אבל אם תיתן לי כמה דקות לחשוב על כך, ובינתיים אהרהר גם בשתי בנותי, אומר שאין לנו ברירה אלא להצליח. אני אדם שכולו מכוון למציאת פתרונות. אני משתדל לא לחשוב על נבואות חורבן.

כל מנהיגי העולם מתכנסים עכשיו בקופנהגן במטרה לגבש תשובות יעילות וחדשות למשבר האקלים. מה הציפיות שלך מהוועידה הזו?

אני חייב להודות שאני פסימי. אני לא מתנגד, כמובן, לכל החלטה שתתקבל שם על הגבלת פליטת גזי חממה, אך קשה לי להאמין ש־192 מדינות יגיעו להסכמות בעניין. הפילוסופיה שלי היא שמדובר בבעיה של ממציאים וחדשנים, ולא של מי שעוסקים ברגולציה. הבעיה של שינויי אקלים תיפתר על־ידי מהנדסים ומדענים, ולא על־ידי בירוקרטים. עלינו לעודד אלפי פתרונות ירוקים אפשריים, שמתוכם אלף יהיו מבטיחים ושניים יהיו הגוגל והמייקרוסופט החדשים של התעשייה הנקייה. עלינו ליצור את התנאים שבה יוכלו ממציאים לפעול ולייצר אנרגיה נקיה וזולה.

ואתה רוצה שאמריקה תוביל את החזון הזה בעולם. יש בארצות הברית מנהיגות כזו?

אנחנו נמצאים במשבר המנהיגות האולטימטיבי. על מנהיגים לפעול למען דור שעדיין לא נולד, ולנצל את ההזדמנויות העומדות בפניהם כיום, כדי להזהיר מפני הסכנות. ממשל אובמה כבר עשה כמה פעולות נכונות וחשובות, ובכלל זה חוק העוסק בשינויי אקלים וקביעת רגולציה מתאימה, אבל לאחרונה הוא מתמקד בעיקר בנושאי בריאות, ועדיין לא ברור לי מה תהיה המורשת הירוקה שלו.

איך אתה רואה את העתיד של אמריקה ואירופה במאה הקרובה?

אני אמריקנופיל, ואני חושב שאם אמריקה תגדל ותצמח, גם העולם יצמח. יש הרבה דברים רעים שקורים בלעדינו, אבל יש מעט דברים טובים, כולל בתחום האנרגיה והטכנולוגיה, שמתרחשים בלעדינו. תן לי אמריקה ירוקה, ויש לך עולם ירוק. בלי אמריקה ירוקה לא יהיה עולם ירוק, אלא אפוקליפסה.■

קולין פרייס

018

ועכשיו לתחזית

הכתובת על הקיר ומי שרוצה להשאיר את המשקפיים הוורודים ולהמשיך להריץ 4X4 בכבישים, מסכן את כולנו. מכל צד מצטברות עדויות חדשות על תוצאות ההתחממות הגלובלית. מעל כולן מרחפת העננה הגדולה והבלתי נראית של גזי חממה שיצרנו במו ידינו. פרופסור קולין פרייס מציג את הנתונים, התמונות והעובדות >>

Olafur Eliasson, *Your waist of time*, neugerriemschneider, Berlin, 2006

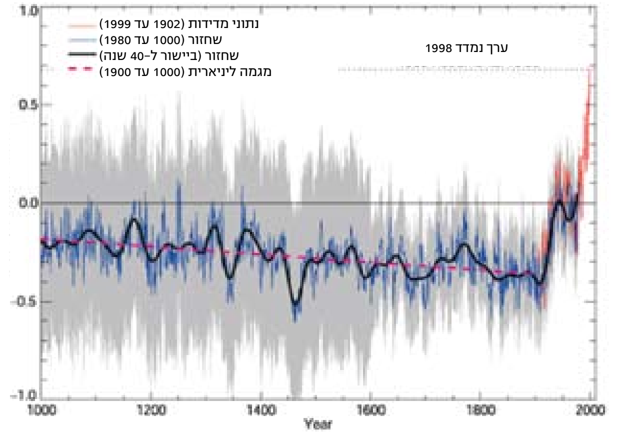
"תארו לעצמכם שאתם נוהגים במכוניתכם ומדי שלושה קילומטר אתם משליכים קילוגרם אשפה מבעד לחלון וכל מי שנוסע לצידכם במכונית או במשאית עושה בדיוק אותו דבר – רק שאלה הנוסעים בהאמרים זורקים שתי שקיות בכל פעם"

(טום פרידמן מצטט את הכימאי נייט לואיס, "חם, שטוח וצפוף")

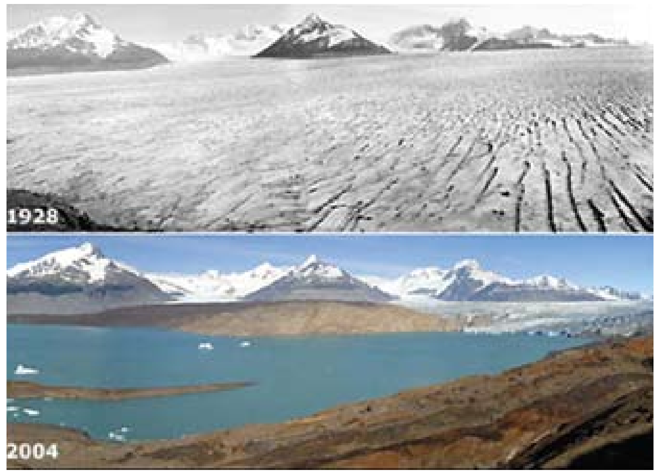
■ כדור הארץ חולה, וכמו בשפעת – האיתות הראשון שאנו מקבלים הוא עליית חום. מאז המצאת המדחום, לפני כמה מאות שנים, המדידות של טמפרטורת האוויר על פני כדור הארץ מלמדות על התחממות ממוצעת של קרוב למעלת צלזיוס אחת. העלייה הזאת אולי אינה נראית משמעותית, אבל כדאי להשוות אותה לשינוי בטמפרטורת הגוף כשמתרחשת מחלה. עלייה של מעלה או שתיים בטמפרטורת הגוף הממוצעת גורמת לנו להרגיש חלשים, חולים ועצבניים. עלייה של שלוש־ארבע מעלות בטמפרטורת הגוף עלולה להרוג אותנו.

הטמפרטורה הממוצעת של פני כדור הארץ היא בסביבות 14 מעלות, ועלייה שלה במעלה אחת עלולה לגרום לכדור הארץ להתנהג בצורה מוזרה ולשנות את מזג האוויר ודפוסי האקלים. לפי מודלים ממוחשבים, הבעיה שעומדת לפתחנו היא התחממות צפויה של כשלוש מעלות נוספות עד סוף המאה. אין כל ביטחון או סימן שההתחממות תעצור גם ברמה זו.

האם המדידות האלה מייצגות באמת מגמה היסטורית של התחממות גלובלית? נתוני המדידות של טמפרטורה האוויר על פני כדור הארץ מקיפים רק כמה מאות שנים. המדידות האלה נערכו בעיקר על פני האזורים היבשתיים (30 אחוז משטח כדור הארץ), וחלקן נעשה בתוך האזורים המאוכלסים של הגלובוס. הרבה תחנות מטאורולוגיות נמצאות מסיבות היסטוריות בערים שצמחו במרוצת הזמן, והצמיחה הזאת חוללה אפקט של "איי חום", שאולי השפיעו על תוצאות המדידות ומגמת ההתחממות. איי החום האורבניים מחוללים התחממות מוגברת של ערים במהלך התרחבותן, ולכן קשה יותר לקבוע אם המגמות שנמדדו הן באמת גלובליות בהיקפן ועד כמה השינוי הוא יוצא דופן. מדעני האקלים שמנתחים את המגמות ההיסטוריות של הטמפרטורות מביאים בחשבון את הסייגים האלה וכמעט כולם מסכימים שהתרחשה התחממות גלובלית של כמעלה אחת במהלך 150 השנים האחרונות.



איור 1 / טמפרטורת ההומוספירה ב–1000 השנים האחרונות (האפור מייצג מרחב טעות אפשרית)



איור 2 / שכבת קרחונים בארגנטינה ב־1928 וב־2004

מי שמבקש להתבונן בטמפרטורות הגלובליות בתקופות מוקדמות יותר ולהבין אם המגמה כיום שונה מבעבר, זקוק לכלים שמאפשרים לקבוע מה היתה טמפרטורת כדור הארץ לפני אלפי ומיליוני שנים. מדידות אלו נעשות באמצעות איזוטופים של חמצן, שיכולים ללמד על שינויים בטמפרטורה של כדור הארץ שהתרחשו בעבר. האיזוטופים האלה מצויים בטבעות של גזעי עצים, באלמוגים, במשקעים, בקרקעית הים והאוקיינוסים ובליבות קרח. שימוש בסמנים רבים כאלה מאפשר לאמוד את טמפרטורת כדור הארץ.

איור 1 מראה כי אומדני הטמפרטורה של כדור הארץ באלף השנים האחרונות מצביעים על מגמת התקררות שהתחוללה בתקופה זו בעבר ועל שינוי דרמטי שהתרחש לפני כמאה שנים. מאז ועד היום אנו רואים התחממות של כמעלה צלזיוס, אותה אנו מכנים "התחממות גלובלית". המקטע האדום באיור 1 מתאר את הטמפרטורות שנמדדו במישרין. בצמוד לו מופיע שחזור הטמפרטורות מן התקופות שקדמו להמצאת המדחום, זאת בהתבסס על אומדנים שנעשו על־פי טבעות של גזעי עצים, אלמוגים, ליבות קרח ועקבות של אבקת צמחים במשקעי הים. המעטפת האפורה סביב העקום הממוצע מייצגת את אי־הוודאות הכרוכה בשימוש במדידות אלה. גם כאשר מביאים בחשבון את אי־הוודאות הזאת, הטמפרטורה הממוצעת הגלובלית כיום היא בבירור הגבוהה ביותר באלף השנים האחרונות, אם לא לאורך תקופה ארוכה הרבה יותר.

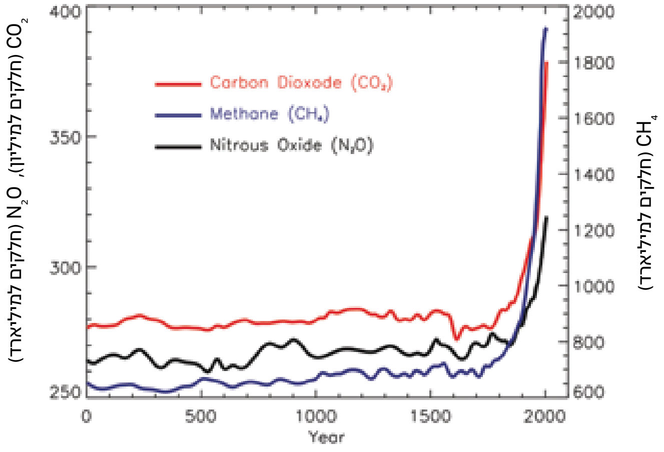
אלה שאינם סומכים על נתוני המדחום, או על פענוח הסימנים

"הפשרה מאסיבית של קרחונים מתרחשת כיום בצורה מואצת ביותר. נוסף להיותה ראיה להתחממות גלובלית, יש להפשרת הקרחונים ויריעות קרח (אלו שנמצאות על פני היבשות בניגוד לקרח ימי) השפעה ישירה על מפלס פני הים. הקרח העלול להפשיר בגרינלנד גדול די הצורך כדי להעלות את המפלס הממוצע של פני הים אפילו בשבעה מטרים"

כפי שנאספו ממדידות איזוטופ החמצן, מוזמנים לעיין בראיות נוספות להתחממות גלובלית, שמקורן בקרחונים הרריים מסביב לכדור הארץ. הרוב הגדול של הקרחונים הולך ונסוג במהלך המאה האחרונה. באיור 2 אנו רואים תצלום של שכבת קרחונים גדולה בארגנטינה כפי שנראתה בשנת 1928 וכפי שנראתה לפני כמה שנים. ברור בעליל כי מדובר בתופעה גלובלית, שנקשרת במישרין לעלייה של טמפרטורות פני השטח מסביב לכדור הארץ. לנסיגת הקרחונים ההרריים מסביב לכדור הארץ מצטרפת גם האצה בהפשרת יריעת הקרח של גרינלנד בשנים האחרונות.

בקיץ 2007 נמסו חלק גדול מקרחוני ים הקרח הארקטי, כך שלראשונה בהיסטוריה המודרנית ניתן היה לעבור עם ספינה במעבר הצפוני־מערבי של הים. אזורים שלמים, שעד אז לא ניתן היה להפליג בהם, חופשיים היום למעבר ספינות

הפשרה מאסיבית של קרחונים מתרחשת היום בצורה מואצת ביותר. נוסף להיותה ראיה להתחממות גלובלית, יש להפשרת הקרחונים ויריעות הקרח (אלו שנמצאות על פני היבשות בניגוד לקרח הימי) השפעה ישירה על מפלס פני הים. הקרח העלול להפשיר בגרינלנד גדול די הצורך כדי להעלות את המפלס הממוצע של פני הים אפילו בשבעה מטרים. יש יסוד להניח שגרינלנד לא תפשיר לחלוטין במאות השנים הבאות, אבל גם עלייה של מטר אחד במפלס הגלובלי של פני הים תגרום להרס משמעותי, במיוחד בערי חוף. מרבית האוכלוסייה האנושית מתגוררת לאורך קווי החוף של ימים. בבנגלדש לבדה, עלייה של מטר אחד במפלס פני הים תחייב פינוי של 17 מיליון בני אדם מבתיהם!



איור 3 / ריכוזים של גזי חממה מראשית הספירה עד 2005: פחמן דו־חמצני (CO_2), מתן (CH_4), חנקן תת־חמצני (N_2O)

יריעות הקרח היבשתיות, כמו גם הקרח הימי באוקיינוס הארקטי, משפיעים על טמפרטורת כדור הארץ. צבע הקרח הלבן מהווה גורם חשוב בהחזרת חלק מאנרגיית השמש שמגיעה לכדור הארץ אל החלל. יש לכך השפעה מקררת, שמווסתת ומאזנת את אקלים כדור הארץ. כיום, כ־30 אחוז מהקרינה שמגיעה לכדור הארץ מוחזרים לחלל ממשטחים בהירים של עננים, שלג וקרח. כשהקרח מפשיר, על פני היבשה או על פני הים, נחשפים המשטחים הכהים שמתחתיו לקרני השמש. משטחים כהים אלה בולעים כמות גדולה יותר של אנרגיה סולארית, שמחממת אותם עוד יותר, גורמת להפשרת עוד קרח, וכן הלאה. לתופעה זו שאנו מכנים "משוב חיובי", יש השפעות מצטברות הולכות וגדלות. שינויים קטנים בכמות הקרח עלולים להאיץ את ההתחממות הגלובלית ומרגע שהקרח נעלם, נדרשות עשרות־אלפי שנים כדי לחדש אותו, בתנאי כמובן שנצליח לקרר את האקלים מחדש.

מעשי ידי אדם?

האם יכול להיות ששינויי הטמפרטורה במאות השנים האחרונות מבטאים רק תהליך טבעי? או שאולי התרחש אירוע נוסף במהלך אלף השנים האחרונות, משהו שקשור בנו ואשר יכול להשפיע על האטמוספירה ואקלים כדור הארץ?

לשמחתנו, אנו מסוגלים לחקור את האטמוספירה של כדור הארץ בעבר הרחוק באמצעות טכניקות מתוחכמות של אנליזה בליבות קרח. קרח צף על פני המים בגלל בועות האוויר הלכודות בתוך המבנה הגבישי שלו. הבועות האלה מכילות מולקולות אוויר יחד עם כל המזהמים שהיו באוויר בזמן היווצרותו של הקרח. לכן, אם מדובר בקרח שנוצר לפני 5,000 שנה, בועות האוויר שכלואות בו מייצגות את הרכב האטמוספירה לפני 5,000 שנה.

>>

Olafur Eliasson, *Your waist of time*, neugerriemschneider, Berlin, 2006

מיצב של האמן הדני-איסלנדי אולפור אליאסון (Olafur Eliasson). אליאסון הביא לחלל הגלריה כמה חלקי קרחון שנותקו מהקרחון הגדול ביותר באיסלנד – Vatnajökull. ההערכה היא כי חלק מהקרחון נוצר סביב שנת 1200 לספירה. חלקי הקרחון ששוקלים בסה"כ שישה טון, הועברו לגלריה בברלין שם הוצגו בחלל שהוקפא במיוחד

<< בקידוחים לעומק הקרחונים בגרינלנד ובאנטארקטיקה, אנו יכולים אפוא לחזור לאחור בזמן. באיור 3 (בעמוד קודם) אנו רואים ריכוזים של פחמן דו־חמצני (CO_2), מתן (CH_4) וחנקן חד־חמצני (N_2O) במשך 2,000 שנה. הגזים האלה נקראים גזי חממה מכיוון שהם מחממים את אטמוספירת כדור הארץ על־ידי בליעת קרינה אינפרא־אדומה (גלי חום) הנפלטת מפני השטח, בדומה לחלונות של חממה (הגם שההשוואה אינה מושלמת). התברר שהריכוזים של כל גזי החממה האלה באטמוספירה היו יציבים למדי עד שנת 1800 בקירוב. אז, לפני כמאתיים שנה, התחילו כולם לעלות בשיעור דרמטי והם מוסיפים לעלות גם היום. יש מתאם טוב בין העלייה הדרמטית בריכוזים של גזי החממה ובין העלייה בטמפרטורות הממוצעות הגלובליות.

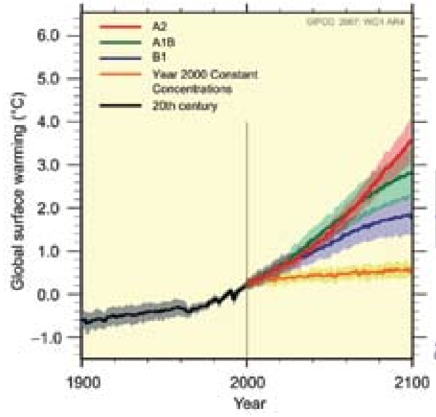
על־פי הנתונים שעומדים לרשותנו היום, עלייה דרמטית ומהירה כזאת בריכוזים של גזי החממה לא נראתה במיליון השנים האחרונות. הדעת נותנת שעלייה בשיעור כזה לא התחוללה מעולם עלי אדמות. מה, אם כך, חולל את הגידול המהיר הזה? אם בוחנים את התאריך שבו החל השינוי, אפשר לזהות מייד שהוא התחולל במקביל למהפכה התעשייתית. השינוי בכמות גזי החממה החל כאשר בני האדם החלו לפתח מכונות, מנועי קיטור, חשמל, מכוניות, חקלאות בקנה־מידה גדול, ייצור תרופות וכדומה. כל הטכנולוגיות התעשייתיות אפשרו לנו להעלות את רמת החיים שלנו, לשפר את הבריאות, את ייצור המזון, את דרכי התחבורה, את רמת הדיור – ובעצם יצרנו באמצעות אנרגיה זולה כל דבר שאיפשר לנו לחיות טוב יותר. בני אדם החלו לחיות שנים רבות יותר, האכילו פיות רבים יותר, ואוכלוסיית העולם החלה להתרחב בשיעורים שלא הכרנו מעולם. במאתיים השנים האחרונות גדלה אוכלוסיית העולם מפחות ממיליארד אחד ליותר משישה מיליארד. עצירת הגידול הזה אינה נראית באופק.

הגידול באוכלוסיית העולם בשילוב עם עליית רמת החיים מצריך שימוש באנרגיה ובקרקע; בלעדיהן אי אפשר לשרוד ולשגשג. אבל אמצעי ייצור אלה תורמים לעלייה עקבית בריכוז של גזי החממה באטמוספירה. CO_2 נפלט בכמויות כאשר נשרפים דלקים פוסיליים (גז, פחם, נפט), אם בתחנות הכוח שלנו, אם במכוניות שלנו ואם בתעשייה. CH_4 ו־N_2O נפלטים ממזבלות, משדות אורז, מחוות משק, מדשנים וכו', ויש מתאם גבוה בין הפליטות האלה לגידול באוכלוסיית העולם. גם שטחי היערות, קולטי הפחמן הדו־חמצני, הולכים ומתמעטים. לכן ברור כי ככל שהאוכלוסייה הגלובלית הולכת וגדלה, כך הולכים וגדלים הריכוזים של גזי החממה – אם לא ייעשה דבר להגביל את פליטתם. התוצאה הברורה היא שאנו, בני האדם, גורמים במעשי ידינו לתהליך ההתחממות הגלובלית או לפחות לחלק מכריע מתהליך זה.

התחזית:

מה צפוי לנו בעתיד? התשובה על השאלה הזאת תלויה במה שנעשה, בתרחיש שיבחרו אומות העולם לאמץ, ובתוכנית שיחליטו לבצע. האם נמשיך בעסקים כרגיל, או ננסה להקטין את הפליטות? באיור 4 אנו רואים כמה תרחישים של טמפרטורות גלובליות עתידיות בחיצון (אקסטרפולציה) עד סוף המאה הזאת. אם ראינו התחממות "קטנה" של 0.8 מעלות במאה ה־20, הרי שטווח ההתחממות החזוי במאה ה־21 עומד על בין מעלה לארבע מעלות צלזיוס. הפסים האפורים מימין מראים את טווח הערכים האפשרי לאור מחקרים שונים. יש גם מחקרים שמלמדים על התחממות של עד שש מעלות בפחות ממאה שנה. כדי לקבל פרספקטיבה נאותה, בתקופת הקרח האחרונה לפני 20 אלף שנה, כאשר השטח הנוכחי של ניו־יורק היה מכוסה בשכבת קרח שעומקה כשני קילומטרים, הטמפרטורות הגלובליות היו נמוכות רק בחמש מעלות מאלו של היום. עברו עשרות אלפי שנים עד שכדור הארץ התקרר במידה שאפשרה חיים בניו יורק. עכשיו אנו מדברים על שינוי בסדר־גודל דומה (בכיוון ההפוך) בתוך מאה שנה בלבד!

מה יכולות להיות התוצאות של התחממות כזאת? איננו יודעים. אנו יכולים להשתמש במודלים ממוחשבים בניסיון לחקות את מה שיכול לקרות. מודלים אלה של האקלים הגלובלי הם מסובכים להפליא, ורק המחשבים החזקים ביותר יכולים להריץ את התרחישים והתחזיות שלהם. כל המודלים חוזים עלייה בטמפרטורות, שינויים בדפוסי הגשמים והתרוממות של מפלס פני הים. למרות שהפרטים ועוצמת השינוי משתנים ממודל למודל, מכל המודלים עולה בדרך כלל המסקנה שתהיה התעצמות של המחזור ההידרולוגי. במלים אחרות, המקומות השחונים ייעשו שחונים יותר, ואילו אזורים גשומים יהיו גשומים יותר. ייתכן מאוד שמזג האוויר ייעשה קיצוני יותר. באזורים מסוימים תהיה עלייה בתדירות של גלי חום ושל בצורת. באזורים אחרים יתחוללו שטפונות בתדירות גבוהה יותר. גם הסערות צפויות להתעצם בעולם חם יותר.



איור 4 / תרחישים של טמפרטורות גלובליות עתידיות בחיצון (אקסטרפולציה) עד סוף המאה הזאת (מימין טווח שינוי אפשרי מהתחזית)

אקלים מוגדר כמזג האוויר הממוצע. כאשר האקלים משתנה, גם הנתונים הסטטיסטיים של מזג האוויר משתנים. אפשר להגדיר את הטמפרטורה, המשקעים וכל פרמטר אחר של מזג האוויר באמצעות התפלגות של ערכים המוגדרת על־ידי הממוצע וסטיית התקן. באיור 5 (בעמוד הבא) אנו רואים את השפעת השינוי של הממוצע וסטיית התקן, או של שתיהן, על התדירות והעוצמה של גלי חום. השאלה איך ישתנה האקלים האזורי והמקומי בעתיד מוסיפה לעמוד במוקד של מחקר אינטנסיבי.

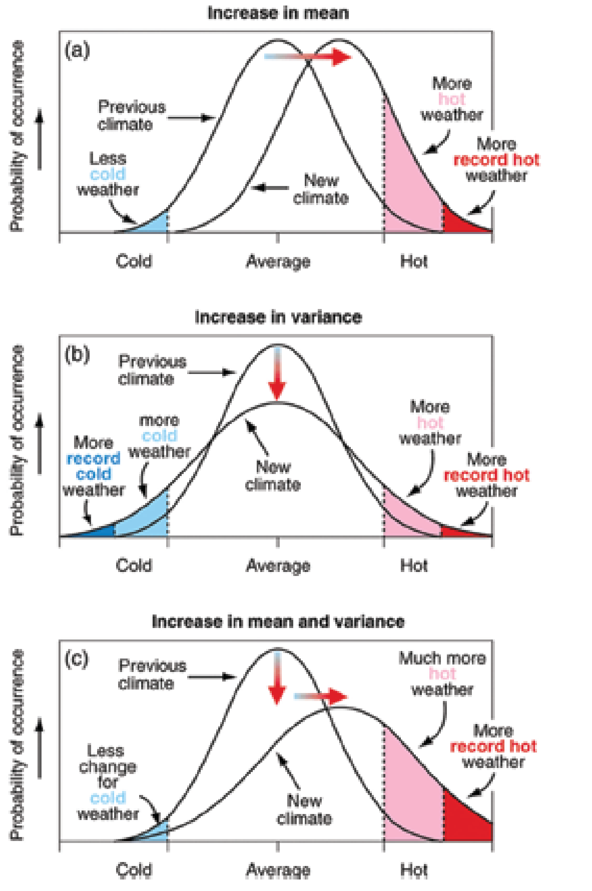
קיץ 2003 מספק לנו דוגמה מהזמן האחרון, שמלמדת איך שינויים קטנים עלולים להשפיע על חיי היומיום שלנו. גל החום שפקד אז את אירופה העלה את טמפרטורת הקיץ הממוצעת מ־17 ל־22 מעלות (שינוי של 5°C בטמפרטורה הממוצעת). שינויים בערכים הקיצוניים (בעיקר לילות חמים מאוד) גרמו למותם של כ־70 אלף איש במהלך גל חום זה.

שינוי אקלימי בעתיד לא יסתכם כנראה ב"סוף עולם" אפוקליפטי. אבל המצב ייעשה בלשון המעטה, לא נעים עד מאוד. הערים והמדינות שלנו בנויות על תשתיות שמבוססות על האקלים הנוכחי. בין שמדובר בגידולים חקלאיים ובין שמדובר במשאבי המים, בבריאות או בשימוש באנרגיה, נבצר מהחברות שלנו להסתגל בקלות ובמהירות לשינויי אקלים גדולים. בצורת בקנדה עלולה להיות הרסנית אף־על־פי שאין בה מחסור במים. זאת, משום שרוב החקלאות בקנדה מסתמכת אך ורק על גשמים שיורדים בכל שנה, ובשפע. אם הגשמים ייעצרו או יירדו לסירוגין, לא תהיה תשתית מוכנה להתמודדות עם מצב כזה.

אם ההוריקנים יתעצמו, או יתחוללו בתדירות גדולה יותר, 80 מיליון התושבים לאורך קו החוף האטלנטי של ארה"ב יחוו סופות קתרינה רבות יותר והממשלה תצטרך להוציא הרבה יותר כסף לפינוי הריסות ולבנייה מחדש בכל פעם שתתחולל סערה. בסופו של דבר, יידרש משלם המיסים לפרוע את החשבון.

אם השינויים בטמפרטורה ובירידת הגשמים יגרמו להתפשטות של מלריה ומחלות אחרות, התפוצה של מגפות מקומיות ואזוריות תגדל פי כמה. אם משאבי המים יצטמצמו מאוד, התוצאה יכולה להיות סכסוכים רבים יותר בין מדינות צמאות למים. אם שינויי אקלים ולחץ על אוכלוסיות עולם שלישי יגרמו להגירות אוכלוסין גדולות, תגבר המתיחות הבין־גזעית והלאומית. יש תרחישים אפשריים רבים, שראוי לתת עליהם את הדעת ולהיערך לקראתם.

האם מדובר בגזירת גורל או שהמעשים שעשינו במו ידינו ניתנים לתיקון? האם ניתן למנוע שינוי אקלימי קיצוני? התשובה הקצרה היא כן. אפשר להתמודד עם בעיה זו ולהפוך על פיהן את המגמות של ריכוזי גזי החממה, ואחר־כך את המגמות של הטמפרטורות הגלובליות. אבל פעולה כזו דורשת פעילות גלובלית אמיתית ונחושה ושיתוף פעולה בינלאומי בין מדינות מפותחות ומתפתחות. <<



איור 5 / השפעת השינויים של הממוצע וסטיית התקן האקלימי
על תדירות ועוצמה של גלי חום (מימין למטה באדום: הסבירות להתחממות)

<< יש שני לוחות זמנים שצריך להתייחס אליהם. בטווח הארוך, עלינו להימנע משימוש בדלקים פוסיליים. הפקת אנרגיה מדלקים פוסיליים (נפט, פחם וגז טבעי) גורמת לפליטת CO_2 לתוך האטמוספירה. עם עליית הביקוש לאנרגיה והגידול באוכלוסייה, לא נוכל לפתור את בעיית השינוי האקלימי בלי לטפל באופן ייצור האנרגיה. על השולחן מונחות אופציות רבות, שכמעט כולן אינן מעשיות כיום. יש לקדם מקורות אנרגיה נקיים כמו חשמל סולארי, אנרגיית רוח, אנרגיה גיאותרמית, אנרגיה הידרואלקטרית, דלק ביולוגי, ואפילו אנרגיה גרעינית. יש צורך בהשקעה מאסיבית במחקר ובפיתוח של אנרגיה מתחדשת.

ישראל יכולה לתרום בתחום זה באופן שיקנה לה בכורה בקנה־מידה גלובלי, ולהפיק תועלת כלכלית מהמשבר העולמי. אנרגיה גרעינית נחשבת בחוגים רבים לביטוי מגונה ופסול, ובכל זאת צרפת מפיקה יותר מ־90 אחוז מאספקת החשמל שלה מכורי כוח גרעיניים. נותרה עדיין השאלה מה לעשות בפסולת הגרעינית, אבל יש פתרונות גם לבעיה זו. הציבור אכן מוסיף לחשוש מתאונות גרעיניות כמו זו שהתרחשה בשנת 1986 בצ'רנוביל. אבל כאשר שוקלים את התוצאות של שינוי אקלימי לעומת הסכנה של תאונה גרעינית, יתכן מאוד שהאופציה הגרעינית תימצא עדיפה בהרבה. תאי דלק ותאי מימן יוכלו להקטין את התלות שלנו בנפט ולפתור את בעיית התחבורה בעתיד. זה יהיה גם מהלך חכם מבחינה פוליטית, משום שהוא יקטין את התלות של העולם במדינות אופ"ק. לשינוי כזה בסדר העדיפויות יהיו גם תוצאות פוליטיות ואסטרטגיות ביחס לאזורים כמו המזרח התיכון.

בעודנו פועלים כדי לפתור את הבעיה ארוכת הטווח של הדלקים הפוסיליים, ושל תחליפיהם, עלינו למצוא גם פתרון קצר טווח להתחממות גלובלית בניסיון להאט את העלייה בריכוזים של גזי חממה. לשם כך יש להגדיל את היעילות האנרגטית בכל המגזרים, מתחנות כוח יעילות יותר, למכוניות שעושות שימוש יעיל יותר בדלק, ועד לערים ובתים שמנצלים אנרגיה זולה ממקורות טבעיים. שיטות עיבוד חקלאי יעילות יותר וצמצום הפליטות בתעשייה יאטו את קצב העלייה בריכוזים של גזי החממה ויספקו לנו מעט מרווח נשימה למציאת פתרונות לטווח ארוך.

כאן נועד תפקיד חשוב לאמנת קיוטו. יסודה היה בכוונות טובות, אבל לא היה בה כדי להביא להפחתה אמיתית של פליטות גזי החממה לאטמוספירה. עכשיו מנסחים בקופנהגן הסכם בינלאומי חדש, שיחליף בשנת 2012 את פרוטוקול קיוטו. הסכם בינלאומי כזה, עם כל חשיבותו בטווח הקצר, רק דוחה את ההתמודדות האמיתית ואינו מספק פתרון אולטימטיבי לבעיה. שעתו של הפתרון האולטימטיבי תבוא רק כשנמצא דרך טובה להקטין את הסתמכותנו על דלקים פוסיליים.

לאור האפשרות שכל המאמצים האמורים ייכשלו, מתחילים כעת מדענים לדבר על גיאו־הנדסה. מדובר בהתערבות מכוונת במערכת האקלים כדי לקרר את כדור הארץ באופן מלאכותי. פרויקטים כאלה כוללים הזרקת חלקיקים מיקרוסקופיים לתוך האטמוספרה העליונה (כחיקוי של התפרצות וולקנית), כדי להחזיר לחלל משהו מקרינת השמש לחלל. החזרה כזאת תקרר את האקלים באופן מבוקר, עם מעט תוצאות לטווח ארוך, אבל אפשר שיהיו לכך גם תוצאות לטווח קצר כמו גשם חומצי, שינויים בדפוסי הגשמים וכן הלאה. רעיונות גיאו־הנדסיים אחרים כוללים הבהרת עננים נמוכים כך שגם הם יחזירו יותר אור שמש לחלל ויקררו את הפלנטה. לאחרונה דובר על פיתוח עצים מלאכותיים המסוגלים לספוג כמויות גדולות של פחמן דו־חמצני. יש גם מי שמציעים לדשן את האוקיינוסים בברזל כדי להגביר את הפעילות הביולוגית שתשאב CO_2 מהאטמוספירה באמצעות פוטוסינתזה. להלכה, כל הרעיונות האלה עשויים לפעול, אבל מן הסתם מחכות לנו כמה הפתעות לא־צפויות, כפי שקורה לא פעם כשמתחילים לשחק עם אמא אדמה. כדור הארץ חולה, יש לו חום, ואם לא נפעל מהר – הוא יזדקק בקרוב לטיפול נמרץ. את מחיר האשפוז ישלמו בעיקר ילדינו ונכדינו. ■

cprice@flash.tau.ac.il

הספריה החדשה ברכישה ישירה

15,000
קוראים כבר
הצטרפו

קוראים את הספרות המשובחת של הספריה החדשה?
הצטרפו בחינם **למועדון הספריה החדשה** ותוכלו להזמין
ספרים ישירות באתר ההוצאה, בהנחות גדולות. רכישה
ישירה חוסכת לכם כמחצית ממחיר הספר, ואף יותר,
בהזמנה נוחה ובטוחה. המשלוח לכל כתובת בארץ – בחינם.

להצטרפות היכנסו לאתר הספריה החדשה:
w w w . n e w l i b r a r y . c o . i l

דויד גרוסמן / סאראמאגו / טוני מוריסון / א.ב. יהושע
אלנה פרנטה / אורלי קסטל־בלום / דוסטויבסקי
חנוך לוין / אנה אנקוויסט / יהודית קציר / דוד פוגל
לואיס קרול / יעקב שבתאי / נטליה גינצבורג / מרסל
פרוסט / בני ברבש / ארי דה לוקה / ועוד רבים

מועדון הספריה החדשה
www.newlibrary.co.il

Olafur Eliasson, *The weather project*, Turbine Hall, Tate Modern, London, UK, 2003

ניר שביב

הכבני אלים היינו?

לפעמים אנו מייחסים לעצמנו כוחות גדולים בהרבה מאלה שיש לנו בפועל. הטענה שבני האדם, בפעילותם הכלכלית, הם האחראים המרכזיים לתהליך ההתחממות הגלובלית אינה עומדת במבחן העובדות. פרופסור ניר שביב מציע לנו לנתח בקפדנות את תצפיות העבר, ללמוד את השפעות הקרינה הקוסמית, ולהבין כי לא האדם אלא השמש היא זו שעדיין ניצבת במרכז היקום

■ מזה מספר שנים אני שותף לוויכוח מדעי־ציבורי, שמצליח לעורר סערת רגשות וביטויי זעם, כמו גם גילויי אהדה ותמיכה, בקרב ציבור רחב. במידה רבה סומנתי כ"ילד הרע", זה המבטא דעה שונה להכעיס בנושא שככל הנראה הפך לאחד החשובים והמכריעים לעתידנו. מדע האקלים, תחום אקדמי רגוע בדרך כלל, נקלע בעשרים השנה האחרונות לעין הסערה האקדמית והפוליטית. כדור הארץ מתחמם, ובדיון על אופי ההתחממות וגורמיה משתתפים, מעבר לחוקרי מדעי הטבע, גם פילוסופים, סוציולוגים, כלכלנים, מומחי אקולוגיה וציבור רחב משכיל ומעורב מכל רחבי העולם. חוסר הוודאות והדאגה בנוגע למתרחש משותף לכולם.

כל מי שלא גר במערה סגורה וחשוכה (או לחלופין בבניין ממוזג שמאפשר בתוכו חיים עצמאיים ומלאים) יודע שכדור הארץ התחמם במהלך המאה ה־20. כל מי שקורא עיתונים או צופה בטלוויזיה יודע שבני האדם הם, ככל הנראה, האחראים המרכזיים להתחממות זו. על־פי מרבית כלי התקשורת, ולצערי גם לדעת חלק גדול מאנשי האקדמיה, אין כמעט ויכוח מדעי בשאלה מה טיבה של ההתחממות וכיצד התרחשה. הקונצנזוס הוא שאנו עומדים בפני קטסטרופה אקלימית והדיון הוא כיצד ניתן להקטין את נזקי השינויים העתידיים והבלתי נמנעים.

לפני שקופצים אל המסקנות ואל דרכי הפעולה הנדרשות כדי לפתור את בעיות העולם, אני מאמין שיש להמשיך לנתח ולבדוק ברצינות את התופעות ומשמעותן. אז, אני טוען, יסתבר לנו שהתמונה המלאה מורכבת הרבה יותר מזו המוצגת בתקשורת, ולשמחתנו גם הרבה פחות קודרת.

כדי להעריך מה יהיו שינויי האקלים העתידיים עלינו להבין קודם כל את השינויים ההיסטוריים שהתרחשו על פני כדור הארץ – ממה הם נבעו? עד כמה הם חשובים? רק אז ניתן יהיה לנתח את התצפיות הנוכחיות ולחזות את שינויי האקלים הצפויים לנו במאה הבאה.

עדויות רבות מראות לנו שהטמפרטורה הגלובלית עלתה בכ־0.8 מעלות במהלך המאה ה־20. הנתון הזה מתקבל ממספר מקורות מגוונים – החל במדידות ישירות של הטמפרטורה ועד לנתוני המסה של הקרח הימי באזור הקוטב. לפני שקופצים מהמספר 0.8 למסקנות ולפעולות, כדאי לשים לב למספר נתונים מעט שונים.

במקרים רבים, מדידת ההתחממות אינה טריוואלית. ישנן השפעות רבות היכולות **לדמות התחממות**. הדוגמה הקלאסית היא ה"השפעה האורבנית" – העובדה שתחנות המדידה הקרקעיות נמצאות לרוב באזורים מיושבים שעם הזמן מאוכלסים בצפיפות רבה יותר. כאשר נסלל כביש ליד תחנת מדידה, תגרום התחממות האספלט לתחנת המדידה לדמות התחממות. אם בוחנים בעזרת לוויינים את ההתחממות ב־30 השנים האחרונות בחלקה התחתון של האטמוספירה, מגלים עלייה פחותה במידות החום מזו שנמדדה בתחנות המדידה הקרקעיות.

בנוסף, עדויות עקיפות רבות המעידות על התחממות כביכול אינן בהכרח נובעות מהתחממות. למשל, חלק ניכר מעליית גובה האוקיינוסים אינו נובע כלל מהתחממות, כי אם משינויים בעקבות היציאה מתקופת הקרח האחרונה. דוגמה אחרת היא השלג על הר הקילמנג'רו, שאכן נמס אך ככל הנראה נובעת ההמסה משינויים מקומיים בצמחייה שבאזור ההר.

>>

האדם במרכז?

אבל השאלה הגדולה אינה קשורה לרמת ההתחממות, אלא להשפעת האדם על תהליכי האקלים ובהקשר זה על מגמת ההתחממות. חשוב לזכור: גם אם בידינו עדויות על התחממות מסוימת, עדויות אלה אינן מובילות לטענה שההתחממות קשורה, או נובעת בהכרח, מגזי חממה הנוצרים בעקבות פעילות אנושית. הקישור בין התופעה לאדם אינו מוכח ואינו הכרחי, ולטענתי זו אחת הטעויות הנפוצות ביותר בדיון הציבורי המתקיים עכשיו בעולם. בסרט "**אמת מטרידה**" של אל גור ראינו עדויות רבות להתחממות, אבל אפילו לא עדות אחת לכך שההתחממות נבעה מגזי חממה או למעשה מפעילות אנושית כלשהי.

האם הכל הוא המצאה תקשורתית? על מה בכל זאת נסמכות העדויות שעליית הטמפרטורה היא אכן מעשה ידי אדם? מסתבר שאין שום עדות ישירה לכך! אין טביעת אצבע אחת המוכיחה כי ההתחממות נגרמת על־ידי הפחמן הדו־חמצני למשל. למעשה, שתי "ההוכחות" העיקריות הן הוכחות נסיבתיות וכפי שאראה מייד, שתיהן מאוד בעייתיות.

הטיעון המקובל הראשון הוא כזה: אנו פולטים גזי חממה. אנו יודעים שגזי החממה גורמים להתחממות כלשהי. אנו יודעים גם שהיתה התחממות מסוימת במהלך העשורים האחרונים. לאור העובדה שאין לנו הסבר טוב אחר, ההתחממות חייבת לנבוע אם כך מעליית גזי החממה. למעשה, אומרים חסידי הטיעון, ניתן להראות בעזרת מודלים ממוחשבים שרק אם לוקחים בחשבון את השפעת בני האדם על מאזן האנרגיה, כי אז ניתן להסביר את ההתחממות. לטענתם, ניתן לקבל ממודלים עליית טמפרטורות במאה ה־20 שמתאימה לעלייה שנמדדה בפועל, אם ורק אם, לוקחים בחשבון את ההשפעה האנושית על השינויים במאזן האנרגיה האקלימי. בעזרת שינויים "טבעיים" בלבד, אותם מודלים אינם מסוגלים להסביר את העלייה שנמדדה.

אוניות חולפות יוצרות נתיבים. כל אונייה מותירה אחריה חלקיקי מפלט שמשנים את מאפייני העננים שמעלייה. בדומה לכך, נראה שקרניים קוסמיות מסייעות להיווצרות גרעיני התעבות עננים חדשים. שטף גבוה יותר של קרניים קוסמיות יגרום אפוא להיווצרות עננים צחורים (בדיוק כמו אלה שנוצרים בעקבות אוניות) / באדיבות נאס"א

הטיעון השני פשוט: לאור העובדה שהעלייה בטמפרטורות במאה ה־20 היא עלייה חריגה (כביכול), היא אינה יכולה להיגרם כתוצאה משינויים טבעיים בלבד. מכיוון שלא ראינו עלייה שכזו באלף שנים האחרונות – לא מבחינת הקצב, ולא מבחינת הטמפרטורה האבסולוטית – מובן כי משהו לא טבעי הוא הגורם לשינוי, ולכן הוא באחריות האדם.

ובכן שתי הטענות הללו, לו גם היו נכונות, אינן יכולות להרשיע את הפחמן הדו־חמצני (פד"ח). ראשית, חשוב לחזור על המובן מאליו: עצם העובדה שלא ידוע על הסבר אחר להתחממות אינה הוכחה שהסבר כזה אינו קיים. יותר מזה – למעשה ישנו הסבר אחר – ברור כ"**שמש**", אלא שההתייחסות אליו תוציא את העוקץ מן הטיעון המקובל, ולכן אותו הסבר נדחק לשוליים עד כמה שאפשר.

פחמן דו־חמצני הוא גז המורכב מחמצן ופחמן. מדובר בגז חממה הנמצא באחוזים נמוכים באטמוספירה ונחשב כגורם מרכזי להתחממות כדור הארץ. הגז נפלט בעיקר מניצול דלקים ופחם לצורך יצירת אנרגיה. הפחמן הדו־חמצני אגור באוקיינוסים, בקרקע כדור הארץ ובאטמוספירה

שנית, עליית הטמפרטורות במאה ה־20 אינה חריגה כלל. העלייה בין 1970 ל־2000 למשל, דומה מאוד לעלייה שנמדדה בין 1910 ל־1940, הן מבחינת קצב העלייה והן מבחינת גודלה. כמו כן, ידוע לנו על תקופות עבר בהן, ללא מגע ידי אדם, היה חם כמו בסוף המאה ה־20 ולפעמים אף יותר. עדויות רבות מראות למשל שבימי הביניים הלא־רחוקים, היה חם לפחות כמו היום. מדידת הטמפרטורות בקידוחים שונים מאפשרת לשחזר שינויים ארוכי טווח. מדידות כאלה מראות שבתקופת ימי הביניים היתה הטמפרטורה הגלובלית גבוהה לפחות כמו בסוף המאה ה־20, ושבסוף המאה ה־17 היתה הטמפרטורה הגלובלית נמוכה בכמעט מעלה יחסית להיום.

גם לפני 5,000 שנה היה בבירור חם יותר (ופני הים היו גבוהים ככל הנראה במטר או יותר מהמצב הנוכחי). היום, כאשר הקרח מגרינלנד מפשיר, ניתן למצוא קברים של ויקינגים שהיו טמונים כמעט אלף שנים תחת מעטה הקרח. גם באזור האלפים, במקומות שבהם נסוג קרח העד, אנו מוצאים שרידי פעילות אנושית שהתרחשו באזור בתקופה הרומית.

לכן ההוכחות להתחממות מעשה ידי אדם הן בעייתיות בלשון המעטה. מסתבר שישנן בעיות קרדינליות בטענה שההתחממות נובעת בעיקר מהפחמן הדו־חמצני. דהיינו, לא רק שאי אפשר להוכיח טענה זו, אלא שלמעשה ניתן להוכיח שהיא כלל לא מתאימה לנתונים ולתצפיות, כאשר הללו נבחנים לעומק.

הניבויים התיאורטיים של השפעת הפד"ח ואפקט החממה אינם מנבאים רק את העלייה בטמפרטורה הגלובלית. הניבויים מתייחסים גם לאזורים שבהם תהיה התחממות גדולה או קטנה יותר. הנקודה המעניינת היא שהניבויים מדברים על עלייה אחידה בטמפרטורה עד לגובה של כ־15 קילומטר (עם התחממות בגובה הגדולה במעט מההתחממות קרוב לקרקע). בפועל, ההתחממות ב־30 השנים האחרונות היא רק עד כ־10

"האם כל סיפור ההתחממות כמעשה אדם הוא המצאה תקשורתית? מה בכל זאת הן העדויות שעליית הטמפרטורה היא אכן מעשה ידינו? מסתבר שאין שום עדות ישירה! אין טביעת אצבע אחת המוכיחה כי ההתחממות נגרמת בעיקר על־ידי הפחמן הדו־חמצני למשל. מסתבר שישנן בעיות קרדינליות עם הטענה שההתחממות נובעת בעיקר מהפחמן הדו־חמצני. לא רק שאי אפשר להוכיח טענה זו, למעשה ניתן להוכיח שהיא כלל אינה מתאימה לנתונים ולתצפיות, כאשר הללו נבחנים לעומק"

קילומטר, ועיקרה מתרחש ליד הקרקע. גם ההתפלגות לפי קווי רוחב אינה מתאימה לתחזיות. כלומר, אם היתה טביעת אצבע כלשהי המצביעה על גורמי ההתחממות, הרי שהיא לא מתאימה כלל לזו שמשאיר הפד"ח.

בעיה מרכזית בתיאוריית הגורם האנושי היא שכדי לייחס את העלייה בטמפרטורה במאה ה־20 לשינויים הקטנים יחסית במאזן האנרגיה שנבעו כתוצאה מפעילות אנושית, צריך אקלים מאוד רגיש לשינויים במאזן האנרגיה. אינדיקציות אמפיריות שונות מראות שבניגוד למודלים ממוחשבים בעלי רגישות אקלימית גבוהה, בפועל הרגישות האקלימית היא על הצד הנמוך. הפיזיקאי ריצ'רד לינדזן הביא כבר לפני עשור את הדוגמה של התפרצויות הרי געש המראות זאת בבירור.

התפרצויות געשיות מאסיביות, דוגמת אלו בקרקטואה או פינטובו, מעלות אל הסטרטוספירה (שבתחתיתה טסים מטוסי הנוסעים) כמויות גדולות של אבק. בגלל שהסטרטוספירה יציבה ואינה מתערבבת עם חלקה התחתון של האטמוספירה, יכול אבק זה להישאר בתוכה עד כשנתיים ובכך לחסום ולהחזיר לחלל חלק מאור השמש. כלומר, התפרצויות געשיות כאלו אמורות להקטין את מאזן האנרגיה של כדור הארץ. כפי שהזכרנו, מודלים ממוחשבים המסבירים את ההתחממות במאה ה־20 בפעילות אנושית, מניחים כי הרגישות האקלימית למאזן האנרגיה על כדור הארץ היא גבוהה. לכן, אותם מודלים מנבאים כי הירידה בטמפרטורה שתיגרם בעקבות התפרצויות געשיות חזקות תהיה גדולה יחסית – כחצי מעלה. בפועל, אם בוחנים את ששת ההתפרצויות הגדולות מאז קרקטואה ב־1883, מגלים שהירידה הממוצעת היא רק 0.1 מעלות! דהיינו, אקלים כדור הארץ אינו רגיש די הצורך כדי שהשינויים הנובעים מפעילות האדם יוכלו להסביר את העלייה בטמפרטורות שנמדדה במאה ה־20.

השאלה עד כמה רגיש אקלים כדור הארץ למאזן האנרגיה היא שאלת מפתח בכל הקשור לניבוי. לכן חשוב להציג עוד עדויות המראות שאקלים כדור הארץ אינו רגיש כפי שטוענים חסידי תיאוריית החמצן הדו־פחמני.

למשל, בעבר הלא־רחוק מצאנו שינויים של **עשרות אחוזים** בכמות הפד"ח באטמוספירה. השינויים נגרמו בעיקר בגלל פליטה או בליעה של פד"ח מהאוקיינוסים. על סקאלת זמן קצרה זו ישנו מתאם ברור בין שינויי הפד"ח ושינויי הטמפרטורה, כפי שניתן לראות בליבות קרח (וכפי שניתן לראות בסרטו של אל גור), אולם המתאם נובע מתלות מסיסות הפד"ח באוקיינוסים, ולראיה, כאשר יש רזולוציית זמן גבוהה מספיק, רואים שהשינויים בפד"ח מפגרים אחרי הטמפרטורה במספר מאות שנים. לכן לא ניתן להסיק מסקאלת זמן קצרה כמעט דבר על ההשפעה בפועל של הפד"ח על הטמפרטורה.

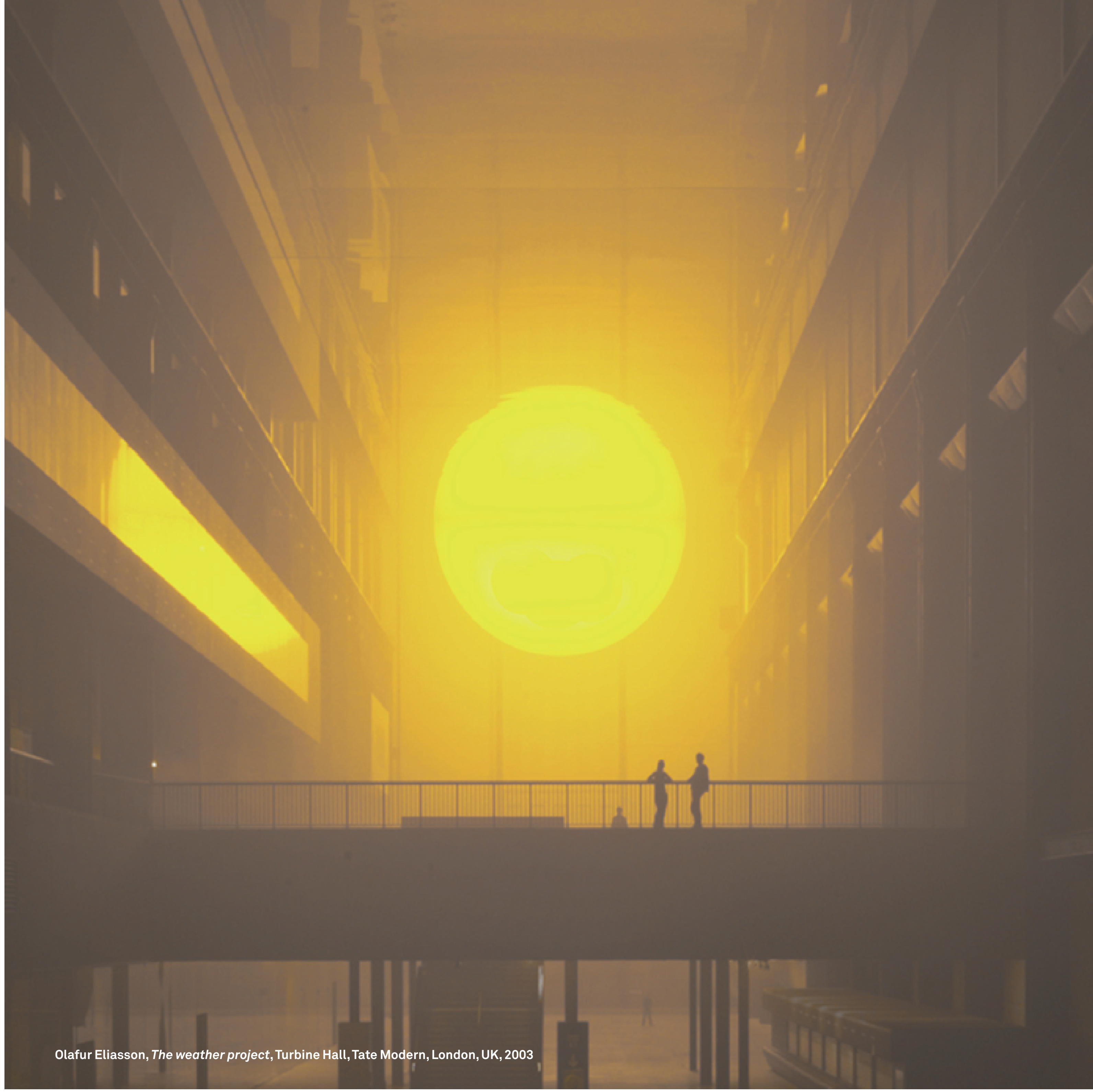
לעומת זאת, על סקאלה של עשרות מיליוני שנים או יותר נמצאו שינויים של **מאות אחוזים** באחוז הפד"ח כתוצאה משינויים בקצב שקיעת סלעי גיר ופליטת פד"ח בפעילות וולקנית. כתוצאה מכך, היו תקופות בהן היתה כמות גדולה הרבה יותר של פד"ח, ככל הנראה אפילו **פי עשר יותר ממה שאנו מוצאים היום**. אולם מסתבר שבחלק מזמן זה, לדוגמה לפני 450 מליון שנה, היה קר בדיוק כמו היום!

אם מסכימים שאין עדות ישירה לקשר בין הפחמן הדו־חמצני להתחממות, השאלה המתבקשת כמובן היא האם אנו יכולים להצביע על "אשם" אחר? אם בני האדם אינם האחראים היחידים, מי עוד גורם להתחממות?

השמש במרכז?

כבר לפני יותר ממאתיים שנה טען האסטרונום סר וויליאם הרשל, ששינויים בפעילות השמש משפיעים על אקלים כדור הארץ. היות ולא היה לו מדד אקלימי אמין, חיפש הרשל מדד עקיף לקשר שבין התנהגות השמש לשינויי מזג האוויר. הוא השווה את מחיר החיטה בבורסת החיטה של לונדון לפעילות השמש, כפי שהתבטאה במספר כתמי השמש ומצא מתאם בין הכתמים למצב שוק החיטה.

<<



Olafur Eliasson, *The weather project*, Turbine Hall, Tate Modern, London, UK, 2003

האמן הדני־איסלנדי אולפור אליאסון (Olafur Eliasson), זוכה פרס על שם חואן מירו ב־2007, ידוע במיצגים האבסטרקטיים שלו ובשימוש שהוא עושה בקרח, מים, אור, לחץ אוויר וטמפרטורה כדי לבחון את ההתנהגות האנושית מול כוחות טבעיים ומלאכותיים. הוא מברר את הקשר בין כוחות טבע ומזג אוויר לבין המנטליות האנושית ומצב הרוח האנושי. בעבודתו *The weather project* שהוצגה בחלל ה"טייט מודרן" בלונדון, הוא הציב מקבץ צפוף של מנורות במבנה כדורי גדול ויצר שמש מלאכותית. מאחוריה הציב מראה גדולה המאפשרת לקהל המבקרים לצפות בעצמם כדמויות קטנות ומוצללות תחת השמש הענקית.

>> בשנות ה־70 היה זה ג'ק אדי אשר דחף את נושא השפעת השמש על אקלים כדור הארץ. הוא מצא שישנו מתאם בין שינויים ארוכי טווח בפעילות השמש לבין שינויים אקלימיים על כדור הארץ. למשל, ששיא התקופה שנקראה "עידן הקרח הקטן" באירופה בסוף המאה ה־17, התרחש בזמן בה פעילות השמש היתה נמוכה ביותר. חוסר הפעילות בא לידי ביטוי כתקופה ארוכה בה כמעט ולא נצפו כלל כתמי שמש ושנקראה ה"מינימום של מאונדר". לעומת זאת, אקלים כדור הארץ בשלהי ימי הביניים היה חם כמו היום, ובמקביל היתה פעילות השמש גבוהה כמו היום. בתקופה זו יכלו הוויקינגים להתיישב בגרינלנד (ולקרוא לה ארץ ירוקה) ונזירי הכנסייה הקתולית אימצו לעצמם סנדלים אביביות.

יש בידינו מספר רב של עדויות אמפיריות המראות שלשינויים בפעילות השמש יש השפעה לא מבוטלת על האקלים. השינויים על פני השמש באים לידי ביטוי כשינויים בעוצמת השדה המגנטי, במספר כתמי השמש, בעוצמת רוח השמש (האחראית לכך שלשביטים יש את הזנבות המרשימים שלהם) ובתופעות נוספות. את השינויים הללו ניתן להפריד לשלוש סקאלות של זמן:

השינוי הבסיסי הוא זה של מחזור פעילות של כ־11 שנים הנובע מהיפוך השדה המגנטי. על סקאלות זמן ארוכות (עשרות־אלפי שנים) ישנם שינויים בלתי סדירים המאפננים את מחזור ה־11שנים. למשל, בימי הביניים ובחלק השני של המאה ה־20, היו שיאי מחזור ה־11 שנים גבוהים במיוחד, אך שיאים כאלה כמעט ולא היו קיימים במינימום של מאונדר.

לעומת זאת, על סקאלות זמן של ימים ייתכנו התפרצויות. כיום ישנן עדויות רבות המראות שלשמש ישנה השפעה אקלימית על כל אחת מסקאלות הזמן האלו.

על סקאלת הזמן הארוכה התפרסמו מאז עבודתו של ג'ק אדי מספר לא קטן של מתאמים בין שחזורי אקלים כדור הארץ לבין שחזורים של פעילות השמש. אחת העדויות היפות ביותר מראה כיצד שינויים בטמפרטורה של האוקיינוס ההודי מסתנכרנים עם שינויים בפעילות השמש (את פעילות השמש שחזרו על־ידי מדידת כמות הפחמן 14 בטבעות עצים ברחבי העולם. זאת מפני שפחמן 14 נוצר על־ידי קרינה קוסמית, עליה נדבר בהמשך, ששטפה משתנה כתוצאה משינוי פעילות השמש).

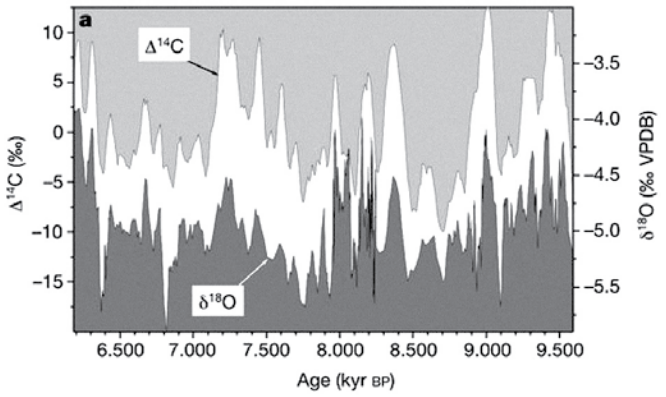
אפילו בארצנו הקטנה יש עדויות לשינויים אקלימיים, שניתן להוכיח (לפחות באופן סטטיסטי) שנגרמו כתוצאה מפעילות השמש. עדויות כאלה נמצאות בשכבות השנתיות של משקעים ליד ים המלח, בתקופה שבה היה האגם גבוה הרבה יותר (לפני עשרת־אלפים שנה).

על פני מחזור 11 השנים קשה יותר לראות שינויים אקלימיים. ישנן שתי סיבות לכך: ראשית, אם בוחנים את האקלים לאורך זמן קצר, אזי השינויים האקראיים משנה לשנה (למשל כתוצאה מתופעת אל־ניניו) ייצרו רעש המפריע לראות את הסיגנל הקשור לפעילות השמש. שנית, היות ולאוקיינוסים יש קיבולת חום אדירה, חולפות עשרות שנים עד שניתן לראות את שינוי הטמפרטורה המלא כתוצאה משינוי נתון כלשהו במאזן האנרגיה. זו גם הסיבה מדוע באזורים אוקייניים יש אקלים מתון בהרבה מאשר באזורים יבשתיים. אם שינוי אופייני בפעילות השמש לאורך מאות שנים גורם לשינוי טמפרטורה של כמעלה אחת, אזי אותו שינוי על מחזור ה־11 שנים יגרום לשינוי של כעשירית מעלה בלבד. ובכן, אם בוחנים בזהירות את נתוני הטמפרטורה (למשל, על־ידי מיצוע הטמפרטורה הגלובלית ב־150 שנים האחרונות בסנכרון עם מחזור ה־11), ניתן לראות שינויים של כ־0.1 מעלה בטמפרטורת היבשה ומעט פחות בים.

למעשה, אפשר לכמת את השפעת השמש על מאזן האנרגיה. בגלל יכולת קיבולת החום הגדולה של האוקיינוסים, אם נבחן לא את הטמפרטורה אלא את החום (דהיינו את כמות האנרגיה שנכנסה למערכת וניתנת למדידה באוקיינוסים), נגלה שכמות זו משתנה ביחד עם מחזור פעילות השמש. בפועל התגלה כי השינויים גדולים פי חמש או יותר מהגודל שניתן היה לצפות אילו היתה עוצמת ההארה של השמש הקשר היחידי בין פעילות השמש והאקלים. לפיכך, ניתן להסיק שישנם מנגנוני הגברה המקשרים בין פעילות השמש לאקלים כדור הארץ. >>

היפוך זה הוא תוצאה מכך שהשמש אינה מסתובבת כגוש אחיד – האזורים המשווניים מסתובבים בזמן מחזור של כ־25 ימים, בעוד שאזורי הקוטב מסתובבים במחזור של כ־34 ימים. הסיבוב הדיפרנציאלי הזה גורם לשדה המגנטי להתלפף סביב עצמו, ולסירוגין להחליף את אופיו בין שדה פולודיאלי (ההולך לאורך קווי אורך) לשדה טורודיאלי (ההולך לאורך קווי רוחב). כתוצאה מכך, הוא מחליף את הקוטביות (הצפון והדרום המגנטי) כל 11 שנים

את הטמפרטורה באוקיינוס משחזרים באמצעות מדידת היחס בין כמות האיזוטופ של חמצן 18 לכמות החמצן 16 בנטיפים במערה בעומן. זאת מפני שקצב האידוי של מים עם חמצן 18 שונה מקצב האידוי של מים עם חמצן 16 והוא תלוי בטמפרטורה של פני האוקיינוס ההודי מהם הגיעו גשמי המונסון, שמאוחר יותר חלחלו ויצרו את הנטיף



גרף המתאם בין פעילות סולרית כמשתקף בשטף של ^{14}C (למעלה) הנמדד בטבעות עצים, לבין משתנה של רגישות אקלים (למטה) הנמדד באמצעות יחס איזוטופים בסטלגמיטים (זקיפים) במערה בעומאן, המשקף את טמפרטורת המים באוקיינוס ההודי. המדידה על סקאלת זמן של מאות עד אלפי שנים. (הגרף מועתק מהמאמר של Neff et al., 2001. כל הזכויות שמורות ל־Nature)

"לעובדה שלשמש השפעה משמעותית על אקלים כדור הארץ יש חשיבות מכרעת כשאנו מנסים להבין מה גרם להתחממות במאה ה־20 וכמה גדולה תהיה ההתחממות במאה ה־21. העלייה בפעילות השמש במאה ה־20 תתורגם לתרומה למאזן האנרגיה ולעלייה בטמפרטורה. היות והקשר בין פעילות השמש לאקלים כבר כומת, ניתן להעריך את תרומת השמש לשינויי האקלים כמחצית מסך העלייה שנמדדה"

שני מנגנונים הוצעו כדי להסביר את הנתונים. הראשון הוצע על־ידי ג'ואנה היי מאנגליה, והוא "רגישות יתר" לשינויים בכמות הקרינה האולטרה־סגולה (UV). הסבר זה אינו מספיק להבנת מלוא עוצמת התופעות. אם בוחנים את המנגנון בסימולציה נומרית, מוצאים כי לכל היותר הוא יכול להכפיל את השפעת השמש על הטמפרטורה הגלובלית מעבר לשינויים בעוצמת ההארה הכוללת.

הקרינה הקוסמית

המנגנון השני הוא השפעה עקיפה דרך איפנון הקרינה הקוסמית, שהיא קרינת חלקיקים (בעיקר פרוטונים) מאוד אנרגטיים המגיעה אלינו מחוץ

מטאוריט ברזל. דגימה גדולה של מטאוריטים יכולה לשמש לשחזור וריאציות בשטף של הקרניים הקוסמיות בעבר. האות המשוחזר חושף מחזוריות של 145 מיליוני שנים. בתמונה נראה חלק של מטאוריט שנפל בסיביר באמצע המאה ה־20. מגיל החשיפה של המטאוריט הזה לקרניים הקוסמיות משתמע שהוא נפרד מגוף־האב שלו לפני כ־300 מיליון שנה.

למערכת השמש. כיום, מצביעות כל העדויות על קיומו וחשיבותו של מנגנון זה. בשנת 1959 הציע לראשונה אדוארד נאי את האפשרות שקרינה זו יכולה להשפיע על האקלים. זאת מפני שידוע היה שרוח השמש מקטינה את שטף הקרינה הקוסמית המגיע אל כדור הארץ, ובנוסף שקרינה זו היא האחראית העיקרית ליינון חלקה התחתון של האטמוספירה. האפשרות שנאי העלה היא שיינון האטמוספירה יכול לשחק תפקיד אקלימי כלשהו.

מדובר בזרם חלקיקים הנפלט מן השמש למרחבי היקום. רוח השמש היא זו הגורמת, בין השאר, לתופעת הזוהר הצפוני

בשנות ה־70 הציע רוברט דיקנסון את האפשרות שצפיפות המטענים באטמוספירה משחקת תפקיד ביצירה של גרעיני נוקלאציה לעננים. למה הכוונה? כאשר אוויר עם אדי מים מגיע למאה אחוז לחות, רוצים אדי המים להתעבות. אולם אם אין להם על מה להתעבות, הם לא יעשו זאת. לכן, צריך גרעיני התעבות. מעל היבשה ישנם מקורות טבעיים של גרעיני התעבות, אולם מעל לאוקיינוסים יש לגלם גרעינים ממשהו. דיקנסון העריך שפעולת הגילום הזו יכולה להיות מושפעת מהיוניזציה.

בנוסף בשנות ה־90 התגלה על־ידי הנריק סוונסמרק ושותפיו כי העננות על כדור הארץ, ובעיקר העננות הנמוכה, משתנה יחד עם מחזור פעילות השמש. השינוי במאזן האנרגיה כתוצאה מהשינוי בעננות הינו זהה (עד כדי שגיאות המדידה הלא־קטנות), לכמות החום שנכנסת לאוקיינוסים עם מחזור הפעילות.

תמונת המנגנון המלאה המתקבלת מהנחות אלו היא זו: כאשר השמש יותר פעילה, יש רוח שמש חזקה יותר. רוח חזקה יותר מונעת מקרינה קוסמית להגיע אל כדור הארץ, ולכן כמות היוניזציה באטמוספירה פוחתת. פחות יונים גורמים ליצירה פחות יעילה של גרעיני נוקלאציה כך שהעננות שנוצרת, בעיקר מעל לאוקיינוסים, היא עננות עם טיפות שהן גדולות יותר אך פחותות במספרן. עננים אלה פחות לבנים, מחזירים פחות טוב את אור השמש ולכן גורמים להתחממות מוגברת.

לסיכום, יש כיום מספר לא מבוטל של הוכחות שהקרינה הקוסמית משפיעה על האקלים. ישנן אינדיקציות שהשינויים לאורך מחזור ה־11 שנים אכן קשורים לקרינה הקוסמית ולא לפעילות אחרת הקשורה

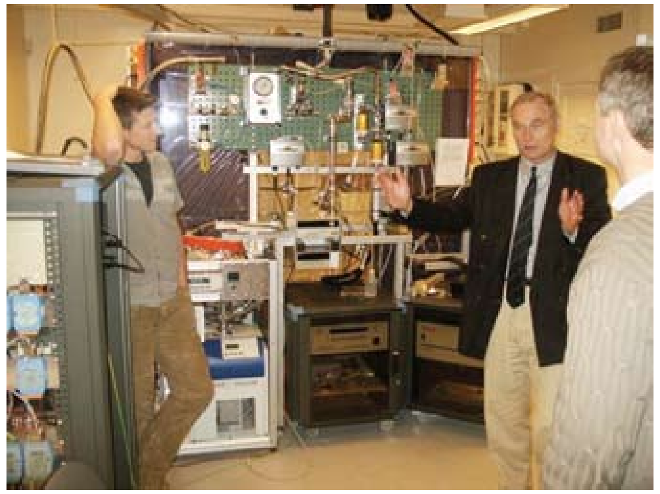
לשמש. למשל, תלות השינוי היחסי בכמות העננים בקו רוחב מגנטי מסוים מתאימה לשינוי היחסי בשטף הקרינה לאורך מחזור ה־11 שנים, שמגיעה לאותו קו רוחב מגנטי. עדויות נוספות נובעות מהעובדה שמחזור ה־11 שנים של השמש הוא למעשה מחזור של 22 שנים (כל 11 שנים מתהפך קוטב השדה המגנטי). אולם מבין כל הפרמטרים המשתנים ביחד עם פעילות השמש, שטף הקרינה הקוסמית הוא היחיד ששם לב לקוטביות השדה. א־סימטריה זו בין מחזור זוגי למחזור אי־זוגי קיימת במשתנים אקלימיים שונים, כולל בהשתנות העננות הנמוכה. א־סימטריה זו יכולה לנבוע רק מקשר לקרינה הקוסמית.

על סקאלות זמן קצרות ישנן התפרצויות על פני השמש, הנובעות מסגירת לולאות מגנטיות. התפרצויות אלה מלוות ברוח שמש עזה וכתוצאה מכך בירידה בשטף הקרינה הקוסמית המתרחשת לאחר מספר ימים. אם לקרינה הקוסמית יש אכן השפעה על העננות, אזי תכונות העננים אמורות להשתנות בעקבות אירועים אלו של ירידת שטף הקרינה הקוסמית. אירועים אלה נקראים אירועי פורבוש. ואכן, במחקר שמתפרסם בימים אלה מתואר כיצד לאחר אירועי פורבוש משתנות תכונות האירוסולים המשמשים כגרעיני התעבות בעננים, וכיצד משתנות תכונות העננים כתוצאה מכך.

בנוסף לעדויות האמפיריות נערך ניסוי על־ידי קבוצתו של סוונסמרק, שנועד להראות כיצד מטען באטמוספירה משפיע על גדילת גרעיני התעבות. בתא שהכיל אוויר בתנאים הדומים לאלה שמעל האוקיינוסים שונה קצב היוניזציה, ובעקבותיו ראו כיצד משתנה קצב יצירת המרכיבים הבסיסיים לגרעיני הנוקלאציה של עננים, בהתאם לניבוי התיאוריה. כיום חוזרים על הניסוי במכרה מתחת לאדמה באנגליה – זאת כדי לראות מה קורה כאשר מקטינים את כמות המטען לאפס.

לבסוף, ישנם שינויים בעוצמת הקרינה הקוסמית שאינם קשורים בפעילות השמש. על סקאלות זמן של עשרות אלפי שנים משתנה השדה המגנטי של כדור הארץ, ואיתו שטף הקרינה הקוסמית היכול להגיע אל האטמוספירה. בגלל שהשדה המגנטי מונע בדרך כלל רק מחלקיקים שבלאו הכי נעצרים גבוה באטמוספירה – שינוי השדה המגנטי אינו מביא לשינוי אקלימי גדול (בייחוד לא יחסית לשינויים האחרים שחלו על סקאלת הזמן הזו). לכן לא קל לגלות אותם, אך ישנן עדויות שהם מתרחשים וקיימים.

על סקאלות זמן גיאולוגיות, משתנה שטף הקרינה הקוסמית כתוצאה מתנועת השמש בשביל החלב והשתנות הסביבה הכוכבית. היות והקרינה הקוסמית נגרמת כתוצאה ממותם של כוכבים מאסיביים החיים זמן קצר באירועים הנקראים סופרנובות, הרי שמעבר של מערכת השמש דרך אזורים אלה יתורגם למותם של יותר כוכבים והאצת יותר קרינה קוסמית. יתרה מכך, השינויים הגדולים ביותר בשטף הקרינה נובעים ממעבר מערכת השמש דרך זרועות שביל החלב. מסתבר שניתן לשחזר את השינויים בקרינה הקוסמית הנובעים ממעברים אלה ולראות שהיו שינויים



חדר ניסוי תא התגובה של מרכז החלל הלאומי של דנמרק SKY. הניסוי תוכנן במטרה לאתר את המיקרו–פיזיקה שמאחורי הקשר בין הקרניים הקוסמיות ובין כסות העננים והוכתר בהצלחה! (משמאל לימין: ניג'ל מארש, יאן וזייר, הנריק סוונסמרק. הצלם הוא מחבר הכתבה (יאן וזייר ואני פעלנו במשותף בחלקים של מחקר הזרוע הספיראלית)

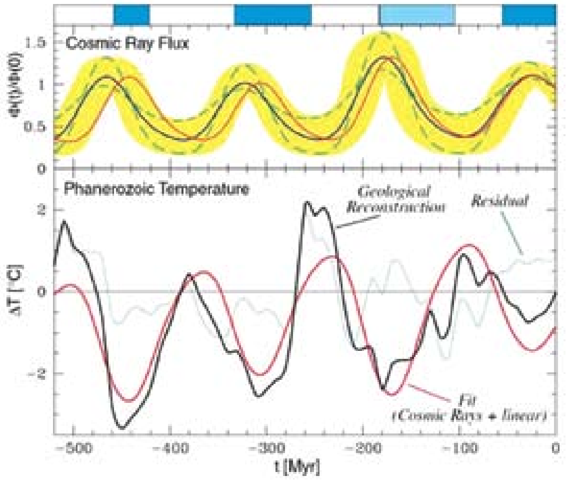
גדולים (של כפקטור 3) בין שטף הקרינה כאשר מערכת השמש נמצאת בין הזרועות לשטף הקרינה כאשר מערכת השמש בתוך הזרועות.

ואכן, אם בוחנים את אקלים כדור הארץ על סקאלות הזמן המאוד ארוכות, מוצאים כי בכל שבעת המעברים של מערכת השמש בזרועות שביל החלב במיליארד השנים האחרונות, ירדה טמפרטורת כדור הארץ מספיק כדי שיהיה קרח בקטבים. במעבר בין הזרועות, היו תקופות חמות הרבה יותר מהאקלים שלנו היום.

והתחזית?

לעובדה שהשמש משפיעה משמעותית על אקלים כדור הארץ יש חשיבות מכרעת כשאנו מנסים להבין מה גרם להתחממות במאה ה־20 וכמה גדולה תהיה ההתחממות במאה ה־21. העלייה בפעילות השמש במאה ה־20 תתורגם לתרומה למאזן האנרגיה ועלייה בטמפרטורה. היות והקשר בין פעילות השמש לאקלים כבר כומת, ניתן להעריך את תרומת השמש לשינויי האקלים כמחצית מסך העלייה שנמדדה.

לפיכך, החלק היחסי של פעילות האדם קטן הרבה יותר מכפי שטוענים חסידי תיאוריית פחמן הדו־חמצני. כדי לנבא את שינויי הטמפרטורה הצפויים במאה ה־21, עלינו לדעת בראש ובראשונה מה יהיו התרומות השונות לשינוי מאזן האנרגיה על פני כדור הארץ. שנית, עלינו לדעת מה הרגישות האקלימית האמיתית לשינויים אלה. כפי שראינו, התשובה לשאלה השנייה היא שהרגישות ככל הנראה נמוכה. למעשה, מסתמכת רגישות זו בעלייה של מעלה אחת על כל הכפלה של כמות הפחמן הדו־חמצני.



מתאם בין השחזור של שטף הקרניים הקוסמיות (בהתבסס על גילי החשיפה של מטאוריטים ברזליים) לבין השחזור הגיאוכימי של טמפרטורות טרופיות. ההשוואה בין שני השחזורים חושפת את התפקיד הדומיננטי של הקרניים הקוסמיות ושל "הגיאוגרפיה" הגלקטית כמניע אקלימי על סקאלות זמן גיאולוגיות
(Shaviv and Vezier, 2003)

<< בתשובה לשאלה הראשונה, צריך להפריד בין גורמי שינוי טבעיים, כמו פעילות השמש, קרינה קוסמית ופעילות וולקנית, לבין שינויים כתוצאה מפעילות האדם. את השינויים הטבעיים לא ניתן לנבא. אין לנו כלים לחזות מתי יתפרץ הר געש וגם לא ניתן לדעת (עדיין לפחות) כיצד תשתנה פעילות השמש ממחזור למחזור. כל שניתן לעשות הוא להעריך מהם הסיכויים לשינויים שונים על סמך התנהגויות עבר. בהתייחס לפעילות השמש, ניתן לראות למשל שלאורך אלפי השנים האחרונות לא עלתה פעילות השמש מעבר לרמת פעילותה בחצי השני של המאה ה־20. לפיכך ניתן לצפות, בהסתברות רבה, שלאורך המאה ה־21 תפחת רמת הפעילות של השמש ובכך תגרום לירידה של הטמפרטורה במספר עשיריות המעלה.

גם את פעילות האדם לא ניתן לנבא, אלא רק להעריך. ארגון ה־IPCC של האו"ם פרסם כמה תרחישים שונים ובהם תיאר כיצד תגדל פעילות האדם וכיצד תשתנה כמות הפחמן הדו־חמצני באטמוספירה – בהתאם למהירות שבה תעבור האנושות, אם בכלל, למקורות אנרגיה חלופיים. בתרחישים פסימיים של "עסקים כרגיל" אנו רואים שהכפלת הפחמן הדו־חמצני באטמוספירה לאורך המאה ה־21 אינה תרחיש בלתי סביר. אולם לאור הרגישות האקלימית הנמוכה, ניתן לצפות כתוצאה מכך לעלייה של כמעלה במידות החום (שינוי טבעי באותו סדר־גודל כמו באלפי השנים האחרונות). לשם השוואה, תרחישי יום הדין עליהם אנו שומעים כמעט מדי יום מדברים על עלייה של כשלוש מעלות או יותר.

העדויות אם כן מראות שגם אם נמשיך ב"עסקים כרגיל", לא נגרום לחורבן אקלימי. ניתן גם להעריך שתרומתנו לעליית גובה פני הים תהיה קטנה יחסית, בסדר־גודל של עשרה סנטימטרים. הרבה פחות מהמטרים הרבים עליהם מדבר אל גור בסרטו.

כאן המקום להוסיף הערה אישית. יתכן ואני אופטימיסט, אולם לדעתי הסיכוי שהכלכלות שלנו יתבססו על דלקי מאובנים בעוד עשרות שנים הוא קטן. לו חיינו בתחילת המאה ה־20 והיו שואלים אותנו כיצד ייראו החיים בתחילת המאה ה־21, לא היינו יכולים להעלות על דעתנו את קיומם של מחשבים, טלפונים ניידים, כורים גרעיניים, חלליות, אינטרנט או אפילו דברים לכאורה טריוויאליים כמו הפלסטיק או קוקה־קולה עם ממתיק מלכותי. המהירות בה הטכנולוגיה שלנו מתקדמת היא כזו, שבעתיד הלא רחוק מדי יהיו לנו מקורות אנרגיה זולים יותר מפחם ונפט, עם תאים פוטוולטאים על בסיס חומרים אורגניים, כורי היתוך גרעיני, או מקורות אנרגיה המבוססים על המצאה שטרם נתגלתה. לכן, נאיבי מצידנו לנסות אפילו לנבא כמה פחמן דו־חמצני למשל, נפלוט לאטמוספירה במאה השנים הקרובות.

שנית, אינני אויב ה"ירוקים". אני מאמין שבני אדם צריכים לקחת אחריות מלאה על פועלם וסביבתם. אני טוען שבכל הקשור לשינויי האקלים, הכלכלה הגלובלית והתנהגות בני האדם, יש לבסס את החלטותינו על עובדות וניתוחים מושכלים ולא על רגשות. נושא איכות הסביבה רחב יותר מאשר פליטה או אי פליטה של גזי חממה לאוויר ולפנינו הרבה בעיות אקוטיות ממשיות, שלהבדיל מנושא הפחמן הדו־חמצני, דורשות את תשומת הלב המיידית שלנו. ■

shaviv@phys.huji.ac.il

רוצים לצאת למסע? הצטרפו עכשיו

לרכישת מנוי:
טלפון: 052-9993111, 03-9411621 (24 שעות ביממה)
www.odyssey.org.il

אודיסאה
| מסע בין רעיונות |

"דבר אחד בלבד חזק מכל צבא שבעולם, והוא רעיון שהגיע זמנו"
(אייזיק ניוטון)

אם אתם חושבים שיש מקום למגזין מדע, פילוסופיה ותרבות בשפה העברית
אם העולם מעורר בכם סקרנות והתרגשות
אם אתם מאמינים שרעיונות משפיעים, ושלמילים יש משמעות
אם אתם מתגעגעים לעומק ואיכות

קראתם את אודיסאה? אהבתם מה שקראתם? אתם מעוניינים לקרוא גיליונות נוספים?
בואו לקחת חלק ב**מסע בין רעיונות**.

כתב־העת יגיע לתיבת הדואר בביתכם מדי שלושה חודשים.

מאמרים בתחומי המדע, פילוסופיה, טכנולוגיה, תרבות ואמנות,
פרי עטם של בכירי אנשי המדע ומיטב אנשי הרוח, התרבות והאמנות בישראל.

אביב לביא

המראה משקרת

ישראל, התופסת עצמה כאי של תרבות מערבית בלבנט מפגר, מתנהגת כמדינת עולם שלישי בכל הנוגע לשמירת הסביבה. עד שלא נראה גוויות אדם ברחובות, מסרבת התקשורת בישראל לטפל ברצינות בנושאים ירוקים. שימור כדור הארץ ייאלץ לחכות עד שנשיג כאן שלום

"22 מינוס 2", מיצג של האמן מיכאלאנג'לו פיסטולטו, הביאנלה בוונציה / דימוי: איי.פי.

"המצב יצטרך להשתנות אם אנחנו רוצים שיישאר בעינו"

(טום פרידמן מצטט מ"הברדלס", הספר והסרט ההוליוודי)

■ הקריאה ב"חם, שטוח וצפוף", ספרו החשוב של טום פרידמן, היא חוויה משונה עבור הקורא הישראלי: ספק אם יש עוד תחום שבו אפשר לקרוא ספר המחזיק 446 עמודים ועוסק באמריקה הגדולה, ולחוש כאילו הוא נכתב על ישראל הקטנה. כשפרידמן מתאר את השמרנות האנרגטית וההתמכרות לנפט ותוצריו, את זלילת המשאבים חסרת הרסן, את הסרבנות הפוליטית, התאגידית והציבורית להסתגל לעידן חדש של אנרגיה ואקלים, זה נראה מוכר להכאיב. ישראל אמנם מוזכרת בספר רק שלוש פעמים, אחת מהן בקשר ליוזמה מחוייכת לצמצום הזיהום הנגרם מנרות חנוכה, אבל כל פסקה בו רלוונטית לנו בדיוק כמו לאמריקאים. וושינגטון וירושלים, כידוע, נמצאות על אותו כדור, ולפחות עד עלייתו של אובאמה שתיהן הגיבו לבעיית ההתחממות שלו באותה דרך כושלת.

ובכל זאת, נקודת יתרון אחת רושמים האמריקאים לזכותם: עצם העובדה שספר כזה נכתב על־ידי אחד מבכירי העיתונאים בארה"ב, ומי שבשגרה מרבה לעסוק בסוגיות חוץ, מדינאות ופוליטיקה, מעידה על הבשלה של השיח האמריקאי שאנחנו יכולים רק לקנא בה. קשה לדמיין את מקביליו הישראלים של פרידמן – ידידו הטוב נחום ברנע או אמנון אברמוביץ', למשל – מקדישים שנים של תחקיר וכתיבה לדיון בסוגיות ירוקות. בהכללה גסה על השיח הציבורי והתקשורתי בישראל, יש סכסוך ישראלי־ערבי, פצצה איראנית ופוליטיקה מפלגתית, ויש את כל השאר. עד להודעה חדשה, אין לנו אל גור וגם לא טום פרידמן.

זה לא שדבר לא זז כאן. המהפכה הסביבתית – סליחה, הדיבור על המהפכה הסביבתית – מחלחל גם לישראל, וההתפתחויות בתקשורת משקפות את >>

"כולם ישמחו לעצור את התחממות כדור הארץ, ובדרך למזער שלל מפגעים סביבתיים שנגזרים מהפעילות האנושית, אבל הדרכים נפרדות כשמגיעים לשאלה מה אנחנו מוכנים לעשות לשם כך. המהפכה הסביבתית, כמו כל מהפכה, תהיה כואבת, ייפגעו בה אינטרסים רבים, אורחות חיים ייאלצו להשתנות, יידרשו ויתורים, וענפים כלכליים רבי־עוצמה יירדו מנכסיהם ויפנו את מקומם לאחרים"

<< התהליך הזה: בשנתיים האחרונות, מקדיש אחד ממוספי סוף השבוע מדור קבוע בן שני עמודים לנושאי סביבה (הח"מ חתום עליו); היומונים מסקרים סוגיות ירוקות בהרחבה רבה מאי פעם, וגם בקול ישראל משודרת תוכנית סביבה שבועית. כפי שבוודאי הבחנתם, ערוצי הטלוויזיה לא הוזכרו כאן – בטלוויזיה, המסחרית בעיקר, עדיין נוטים לזלזל ביכולת של נושאי סביבה לעניין את הציבור. כללית, אפשר לומר שהטיפול התקשורתי בסוגיות סביבה נמצא בנקודה דומה לזה של הטיפול הלאומי: המצב טוב בהרבה מאשר לפני עשור, אבל עדיין קיים פער עצום בין המצוי לרצוי ודומה שהפיגור שלנו לעומת המתרחש ברוב מדינות המערב רק הולך וגדל.

השניות הזו (אנחנו מתקדמים, אבל האופק מתרחק) מבלבלת, והיא מצטרפת לדימוי עצמי סותר ומבולבל שמאפיין את השיח הישראלי בכל הנוגע לנושאי סביבה: ישראל, באופן מסורתי, תופסת את עצמה כ"וילה בג'ונגל", מובלעת של נאורות וקידמה בפינה חשוכה ומפגרת של העולם. לעולם המושגים הזה יש גם ביטוי סביבתי: התנשאות על השכנים המזהמים, שמתבוססים בביוב וטובעים באתרי פסולת פיראטיים, היא לא חיזיון נדיר בשיח התקשורתי והציבורי בישראל. באותה נשימה, במקרים רבים שבהם נטען כלפי ישראל או כלפי הישראלים שהם עצמם מזניחים או מזהמים את הסביבה, מייד נשלף טיעון המחץ: "כאן זה לא הולנד/שוודיה/שווייץ" (מחקו את המיותר). רוצה לומר: לנו אין את הפריבילגיה של האירופים להקדיש זמן וממון לשמירה על הסביבה. אנחנו עסוקים במלחמת הישרדות. על כך אמר לי פעם עיתונאי בריטי שביקר בארץ: "כשהפלסטינים בגדה מזרימים ביוב לאקוויפר ההר, אתם טוענים שזה בגלל שהם חסרי תרבות; כשצה"ל עושה אותו דבר בדיוק, זה בגלל שהוא שומר על עם ישראל. הגיע הזמן שתחליטו לאיזה חלק של האנושות אתם רוצים להשתייך".

סביבה היא כמו שלום. כשם שכולם רוצים שלום, אין אדם אחד שלא יצהיר על עצמו כמי שחפץ בטובתו של כדור הארץ. בשני המקרים, אין ויכוח על המטרה הסופית – אבל יש ויכוח קשה, נוקב ומהותי על הדרך. כולם ישמחו לעצור את התחממות כדור הארץ, ובדרך למזער שלל מפגעים סביבתיים שנגזרים מהפעילות האנושית, אבל הדרכים נפרדות כשמגיעים לשאלה מה אנחנו מוכנים לעשות לשם כך. המהפכה הסביבתית, כמו כל מהפכה, תהיה כואבת, ייפגעו בה אינטרסים רבים, אורחות חיים ייאלצו להשתנות, יידרשו ויתורים, ענפים כלכליים רבי־עוצמה יירדו מנכסיהם ויפנו את מקומם לאחרים.

כבר עכשיו ברור שלגורמים רבים ובעיקר רבי־השפעה יש אינטרס למנוע או לפחות לעכב את התפשטותו של סדר־היום הירוק. הדעת נותנת שזו אחת הסיבות לכך שהשיח הציבורי והתקשורתי בישראל עדיין מדשדש, שיש מי שדואג מאחרי הקלעים לטשטש את הסוגיות הסביבתיות, להשכיח את השפעתם של התעשייה ובעלי ההון על הסביבה, על בריאות הציבור והכדור, לעשות הכל כדי שהמהפכה הסביבתית תישאר עמוק בתוך הבוידעם. זה נשמע הגיוני, אבל זה רחוק מהמציאות.

המציאות, עד כמה שזה נשמע נאיבי, יותר תמימה – אבל לא פחות מדאיגה. המציאות היא שהשיח הציבורי־תקשורתי בנושאי סביבה שרוי בפיגור לא בגלל פעילותה של יד נעלמה ואפלה, אלא בשל מכלול של סיבות תרבותיות, חינוכיות, הלכי רוח ומודעות לקויה. התקשורת לא מציגה מראה משקפת מציאות לפני הציבור מאחר וסוגיות סביבתיות סובלות מתסמונת דומה לזו של נושאים אזרחיים, כגון בריאות, חינוך וזכויות אזרח, שכבר צברו ותק וקילומטראז' בתחרות על תשומת ליבו של הציבור.

בסדר־היום הישראלי, נושאים ביטחוניים ומדיניים עדיין נתפסים כבעלי חשיבות עליונה. סוגיות סביבה, גם כשהן מקבלות ביטוי רחב יותר מבעבר, בדרך כלל לא יובלטו בעמודים הראשונים של העיתונים או בכותרות מהדורות החדשות. הסיכוי שלהן לפרוץ את תקרת הזכוכית ולהגיע לקדמת הבמה גדל משמעותית כשהן משתלבות בדילמות הביטחוניות־מדיניות: למשל, הקונפליקט הסורי־ישראלי על מקורות המים והשליטה בכינרת. למרבה הצער, על־פי כל התחזיות יחריף מאוד בעשורים הקרובים העימות על מקורות המים ומשאבי הטבע האחרים במזרח התיכון, כך שלנושאי סביבה יש סיכוי גדל והולך לכבוש את הכותרות, שלא בטובתנו.

השיח הישראלי מתאפיין באורח מסורתי בחד־נושאיות – הקושי לפזר תשומת לב על פני כמה סוגיות מרכזיות בו־בזמן. זה מתבטא בהתעקשות של העיתונים להבליט מדי יום באופן מלאכותי כותרת ראשית אחת, וגם בביטויים רווחים בנוסח "קודם נעשה שלום ואחר־כך נתפנה לטפל בבריאות/חינוך/סביבה", שמייצגים חשיבה ליניארית שצובעת את הסוגיות האזרחיות בצבעים של פינוק ומציגה אותם כפריבילגיה של מדינות שאינן מתמודדות עם איום קיומי.

חשוב להעיר, שבשנים האחרונות, במקביל להתפשטות התחושה שהסכסוך הישראלי־ערבי לא עומד בפני פיתרון קרוב, אם בכלל, מקבלים הנושאים האזרחיים יותר ויותר תשומת לב ציבורית ותקשורתית, ובכלל זה, כאמור, נושאי סביבה. ועדיין, מובילי דעה רבים רואים בעיסוק בהם מותרות. עמיתי גדעון לוי, קידם לפני מספר חודשים ב"הארץ" את כניסתו של ניצן הורוביץ לזירה הפוליטית, והמליץ לו להניח בצד את המאבק על זכויות ההומואים ואת פעילותו למען הסביבה, ולהתמקד במאבק נגד הכיבוש. לוי, לטעמי, הוא מהמצוינים שבעיתונאי ישראל, ומאכזב לגלות שגם הוא מנסה לעשות הפרדה מלאכותית בין התחומים: שהרי לכיבוש יש השלכות סביבתיות ממאירות, ובה־בעת האינטרסים הסביבתיים (כגון שליטה במקורות המים, הפניית פסולת ישראלית לשטחי הגדה ושימוש בחומרי חציבה מהשטחים לטובת תנופת הבנייה בישראל) מזינים ומהווים תמריץ להמשך הכיבוש.

השיח הישראלי מונע בעיקר על־ידי אסונות. האווירה השלטת היא של הליכה על סף קטסטרופה, ואנחנו נוטים לעסוק בהבלטה בנושאים שכבר התפוצצו על סף דלתנו ולא באלה שנמצאים בדרך לשם. נושאי סביבה, מעצם טבעם, הם תהליכיים, מורכבים, איטיים, ולא תמיד אפשר להצביע על הקשר בין סיבה לתוצאה. לא פלא שהסוגיות הסביבתיות שכן זכו להגיע בתקופה האחרונה לכותרות הראשיות ולהתבסס בתודעת הציבור הן אלה שבהן המשבר כבר הגיע לפתחנו: משבר המים הוא דוגמה טובה. פאניקת האנטנות הסלולריות – בלי להיכנס לשאלה עד כמה היא מוצדקת – היא דוגמה נוספת. לעומת זאת, הוויכוח על הקמת תחנת הכוח הפחמית באשקלון, מהלך בעל השלכות כלכליות, בריאותיות וגיאו־פוליטיות מרחיקות לכת, זכה לסיקור חסר, ומרבית הציבור כלל אינו יודע במה מדובר. זה ישתנה רק כשמשרד התשתיות יודיע על משטר חירום במשק החשמל ויפגע ישירות בכיסו של הציבור, בדומה למה שקרה עם המים.

אבל השיח הסביבתי בישראל לא לוקה רק במובן הכמותי. גם האיכות לא מרקיעה שחקים. רוב הציבור – במידה לא מבוטלת בגלל כישלונם של המתווכים – טרם הפנים את התפיסה העדכנית של הסוגיות הסביבתיות שהולכת ומתפשטת בעולם, תפיסה לפיה הסביבה נמצאת בכל מקום – בכלכלה, באנרגיה, בתחבורה, בחינוך, וכמובן במערכת היחסים שלנו עם הטבע ומשאביו. בישראל, לעיתים קרובות מדי, אנשי סביבה ומאבקים סביבתיים עדיין נתפסים כמי שמייצגים את רווחת הפרפרים ומעדיפים אותה על זו של האדם. על התפיסה המיושנת והשגויה הזו מבססים לא מעט תאגידים את האסטרטגיה התקשורתית שלהם, ובהצלחה לא מבוטלת. דוגמה בולטת לכך סיפק המאבק רב־השנים נגד סלילת כביש 6, שבמסגרתו העלו ארגוני הסביבה מכלול טיעונים חברתיים ותחבורתיים, אלא שהתאגידים שעומדים מאחרי הכביש הפקידו את הזירה בידי בכירי מחוללי הספינים בישראל, ואלה הצליחו לתעל בכישרון את הוויכוח לסוגיית מעברי הצבים וליצור מצג שווא כאילו הקונפליקט הוא בין שלוותם של כמה קרפדות לצורך תחבורתי דחוף של אזרחי ישראל.

ההבנה הירודה של הדילמות הסביבתיות, שמאפיינת גם לא מעט מעצבי דעה ועורכים בכירים בכלי התקשורת (בתוך עמם הם יושבים), באה לידי ביטוי לא פעם בשימוש בצירוף המגוחך "הטרנד הירוק". לצירוף הזה, אם לדייק, יש הצדקה מסוימת – אנשים רבים מדברים על ירוק כי על זה מדברים עכשיו, ובמקרה הטוב גם עושים משהו סמלי לטובת הסביבה, אבל הן הדיבור והן העשייה נגזרים בעיקר מכך שירוק הוא הדבר החם, ולא ממחויבות אמיתית והבנה עמוקה של הנושא. במובן הזה, יש "טרנד ירוק".

בכל מובן אחר, סוגיות הסביבה הן לא טרנד, לא אופנה, ולא שום דבר שיש לו כוונה להיעלם בעשורים הנראים לעין: הן בעיה אמיתית שמונחת לפתחה של האנושות, וההתמודדות איתה מחייבת קבלת החלטות כואבות ושינוי סדרי עדיפויות כמעט בראשיתיים. מי שסבור שהתחממות כדור הארץ היא טרנד – ונדמה שישראלים רבים שוגים באשליה הזו – מנותק מהמציאות במידה מדאיגה.

אל תוך הוואקום הזה, אל מציאות של שיח שטחי וחסר ידע, נכנסת ברגל גסה תופעת ה"גרין ווש". אל דאגה – לא המצאנו דבר בתחום הזה, תאגידים נכלוליים שצובעים את שוליהם בירוק וממשיכים לזהם במרץ יש בכל העולם, אבל תעלולני "גרין ווש" חשים מאוד בנוח בסביבה שנשלטת על־ידי בורות, שבה יש קושי להבחין בין עיקר וטפל, אמת ושקר, מהות ודימוי, וכשכל אלה מלווים בהרבה עצלות.

כפרטים וכמדינה, אנו נהנים להרגיש שאנחנו עושים למען הסביבה מבלי לעשות כמעט דבר. וכשמפציעים מוצר או חברה שמשכנעים אותנו שבאמצעותם זה אפשרי, אנחנו לא ממהרים לבדוק בציציותיהם. וכך, לעיתים קרובות, לקול תשואות החן של התקשורת, אנחנו נוסעים באוטובוסים צבועים בירוק שממשיכים לפלוט מנה מוגדלת של גזים מזהמים, מתגוררים בשכונות "ירוקות" שלא עומדות בשום תו תקן מוכר בעולם, רוכשים מוצרים אורגניים שעברו מסלול מזהם מהקצה השני של הכדור ומרפדים את גינותינו במדשאות סינתטיות, שאולי חוסכות מעט מים אבל גורמות נזק סביבתי כפול ומכופל. וכך המדינה והעולם שסביבנו הולכים ומתייירקים, אבל במקביל כדור הארץ, אבוי, ממשיך להתחמם בקצב גובר והולך.

aviv67@gmail.com

אביב לביא הוא עיתונאי ובעל טור בנושאי סביבה בעיתון מעריב

צ'אד. משפחת אבובאקר מבריידג'ינג. תקציב מזון שבועי – $1.23 / צילום: פיטר מנזל Peter Menael

גרמניה. משפחת מלאנדר מבארגטהייט. תקציב מזון שבועי – $500.07 / צילום: פיטר מנזל Peter Menael

דני רבינוביץ

דמדומי הציוויליזציה

רשמו לפניכם: דצמבר 2009, קופנהגן. קרב ענקים בין המדינות העשירות והעניות על עתיד העולם. מאחורי הקלעים, כיפוף ידיים בין תאגידי אנרגיה לחברות הביטוח. ברקע, ניגוד אינטרסים בין מדינות חצי הכדור הצפוני לדרומי. הבעיות: מי ישלם את מחיר ההשתוללות הכלכלית של המאה האחרונה, מי ייקח אחריות על העתיד, האם נצליח לגבש תוכנית הצלה מעודכנת ומוסכמות, או שנשקע לתוך עידן חשוך ממנו כבר אין דרך חזרה?

"העולם המפותח אכל את כל המנות הראשונות, את כל המנות העיקריות ואת כל הקינוחים, ואז הזמין את העולם המתפתח לכוס קפה וביקש להתחלק בחשבון כולו. זה לא עומד לקרות".

(טום פרידמן מצטט שר מצרי. "חם, שטוח וצפוף")

■ חקלאי שחוותו הקטנה מקיימת אותו בצניעות מגלה בוקר אחד שאיש עסקים עירוני, עשיר ומקושר היטב, קנה שטח הגובל בחוותו והקים שם מזבלה. בתוך שבועות מתחילים הטרקטורים הרועשים לעבוד, והר הזבל הצומח מדיף ריחות רעים ומפזר חומרים רעילים אל מי התהום.

ערך החווה צונח במהירות. החקלאי בודק את חוקי התכנון ומגלה לחרדתו, שבאזור לא הונהגה מעולם הפרדה בין שימושי קרקע ואין לו דרך משפטית לבטל את המפגע. הוא מנסה להגיע עם בעל המזבלה להבנה, אך מגלה שהמו"מ נמרח. איש העסקים מבהיר לו שהוא יהיה מוכן לשנות את אופן הפעלת המזבלה רק אם כמות הפסולת שמייצר החוואי עצמו תצומצם, ורק אם מפקחים מטעמו יוודאו שזה אכן קורה. בצר לו מנסה החוואי לארגן את שכניו למאבק משותף, אבל נכשל: לרובם אין כסף וזמן למאבק, וחלקם נמצא ביחסי תלות עם איש העסקים.

בשלב מסוים מציע בעל המזבלה לממן מחקר, שבו יקבעו מדענים (שהוא יזמין) את הערך הכספי של נזקי המזבלה. הוא גם מביע נכונות להקים קיר הפרדה בין החווה למזבלה, וממהר לפרסם את הצעתו הנדיבה בכלי התקשורת. בפועל אין מחקר, וגם הגדר אינה נבנית. במקום זה החוואי וחבריו מתבקשים לחתום על הסכם, שיגביל בתוך כמה שנים את כושר הייצור של חוותיהם, עד לרמה שספק אם תאפשר להם לשרוד. הם מוחים בתוקף ומסרבים לחתום.

התרחיש הזה פותח את הספר **"אקלים של אי־שוויון"** (מאת ג'יי טימונס רוברטס ובראדלי פראקס), שנכתב כאליגוריה לאי־הצדק הבסיסי שמאפיין את משבר האקלים הנוכחי. הוויכוח המיותר על עצם קיומו של המשבר ועל מקורותיו הסתיים, סוף סוף, בקונסנזוס מדעי רחב: במהלך המאה ה־20 עלתה הטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ ביותר מחצי מעלת צלזיוס, והיא צפויה לעלות בעוד כשתי מעלות – מ־15 ל־17 מעלות צלזיוס – במהלך המאה ה־21. גם הגורם מוסכם על מרבית אנשי המדע: כמויות עתק של פחמן דו־חמצני CO_2, שנפלט מאז תחילת

פחמן דו־חמצני וגזים אחרים מצטברים באטמוספירה, מעצימים את אפקט החממה, מגבירים את אצירת החום ועלולים להביא בעשורים הקרובים את אקלים העולם לסף קריטי.

>>

>> המאה ה־19 ממנועים של כלי רכב, מטורבינות בתחנות כוח, ממפעלי תעשייה, ממכשירים לחימום ביתי, מייצור חקלאי ועוד. כל זה לא קרה, כמובן, באופן שוויוני. האחריות ההיסטורית העיקרית לתהליך רובצת על מדינות הצפון העשירות: הן אלה שהובילו את המהפכה התעשייתית, והן הנהנות העיקריות מהשגשוג שהיא הביאה.

הטענה שהאחריות ליצירת משבר האקלים דיפרנציאלית, ניתנת לבדיקה מספרית. מאז 1850 ועד היום נפלטו לאטמוספירה קרוב לטריליון וחצי טונות פחמן דו־חמצני – נתון המכונה "**הפליטה ההיסטורית הגלובלית**" (להלן פה"ג). בטבלה משמאל ניתן לראות שארה"ב אחראית לכ־45% מפליטה זו. אוכלוסיית ארה"ב כיום מייצגת כ־4.5% מאוכלוסיית כדור הארץ. המשמעות: הפליטה ההיסטורית של ארה"ב גדולה כמעט פי 10 משיעור אוכלוסייתה בעולם. סין, שאוכלוסייתה מייצגת למעלה מ־20% מאוכלוסיית העולם, אחראית לכ־6% מהפליטה, והודו, עם 17% מאוכלוסיית העולם, אחראית לפחות מ־2%. מבין 15 המדינות שמובילות את טבלת הפה"ג, 12 הן מדינות צפוניות מתועשות. אצל כולן שיעור התרומה לפה"ג גבוה פי כמה משיעורן באוכלוסייה העולמית. מדינות העולם השלישי מציגות באופן עקבי שיעור פליטה נמוך משיעורן באוכלוסיית העולם.

האחריות המוגדלת של המדינות העשירות ליצירת משבר האקלים היא צד אחד של המטבע. צידו השני, שמשמעויותיו המוסריות והפוליטיות מטרידות אף יותר, הוא החלוקה הבלתי שוויונית של הסיכונים.

מי מרוויח? מי מפסיד?

רבות מהמדינות העניות שוכנות באזורים חמים ויבשים, בחצי הכדור הדרומי. אספקת המזון הבסיסי שלהן, אשר בעשורים האחרונים הפכה להיות תלויה יותר בסחר בינלאומי, פגיעה יותר, כלכלית ופוליטית, לכשל יבולים גלובלי, הצפוי עקב מִדבּור שמקורו בהתחממות כדור הארץ. ללמעלה ממיליארד בני אדם אין כיום גישה קבועה למים בטוחים ונקיים. המצוקה הזו אינה נובעת בהכרח ממשבר האקלים, אבל עד שנת 2050 היא צפויה להיות מוכפלת בגללו. מי שצפויים לסבול צמא כזה, הם בעיקר תושבי הדרום והמזרח.

קרוב ל־800 מיליון איש חיים כיום בערי חוף גדולות ופגיעות במיוחד לעליית מפלס האוקיינוסים בגלל המסת קרחונים מואצת. רובם גרים במדינות, שיכולותיהן הכספיות, הטכנולוגיות והמנהליות המצומצמות יקשו עליהן להתמודד עם בעיה בסדר גודל שכזה. במדינות עולם שלישי רבות יש מתחים אתניים ומעמדיים שעלולים לגרום לכך, שמצבי חירום סביבתיים יידרדרו במהירות למאבקים נואשים על משאבים תומכי חיים. הן פגיעות מאוד למצב שבו חלק גדול מהתושבים יהפכו לפליטים סביבתיים, ואלה יגרמו לאי־יציבות פוליטית, מקומית וגלובלית.

שינוי האקלים אינו מבשר טובות למערכת הפיננסית העולמית. שוק הביטוח וביטוח המשנה, קרנות הפנסיה, בורסות מוצרי היסוד, אגרות חוב של ממשלות ושוק הכסף הבינלאומי רגישים מאוד לזעזועים שעלולים להתפתח בצל משבר האקלים. גם במובן זה האוכלוסיות החלשות פגיעות יותר, שכן אין להן חוסן מימוני ורזרבות תקציביות כדי להתגונן בפני קריסה פיננסית, והן עלולות להיות הראשונות להתמוטט. ההשלכות של משבר האקלים עלולות לפגוע גם בלכידות החברתית ובסולידריות, עם תוצאות הרסניות לקהילות שאלה הם המאפיינים שלהן.

מרכיב נוסף באי־השוויון קשור **ליתרון היחסי** של המדינות הממוקמות באזורים האקו־גיאוגרפיים הממוזגים והקרים בחצי הכדור הצפוני. אם הפעילות הכלכלית העולמית תמשיך במתכונת המכונה תסריט "עסקים כרגיל", ההתחממות הצפויה, על־פי המודלים המדעיים המקובלים, עשויה להפשיר נתחים עצומים ממדבריות הקרח באזור קווי הרוחב הגיאוגרפיים הגבוהים ולהפוך אותם לאטרקטיביים לחקלאים, תעשיינים ומתיישבים. רוסיה, מדינות סקנדינביה, קנדה, אלסקה ומחוזות מסוימים בצפון ארה"ב, צפון אירופה, יפן וסין צפויים לשרוד ואף לשגשג, גם אם שינוי האקלים יואץ. הסיוט של חצי הכדור הדרומי – עליית טמפרטורה ממוצעת בעולם של 5 או 6 מעלות במהלך המאה ה־21 – עשוי להיות תסריט די נוח למדינות היושבות באזורים הסוב־ארקטיים. לחלקן גם יש מרבצים גדולים של דלק מחצבי, ויכולות צבאיות להגן עליהם. התשתיות הפיזיות המפותחות שלהן והיכולות הטכנולוגיות והמנהליות מאפשרות להן להתכונן לעליית מפלס האוקיינוסים ולהתגברות סופות. הן יכולות לאטום את גבולותיהן בפני פליטים סביבתיים ולהתארגן היטב לעלייה בתפוצת מחלות. עם כל רצונן המוצהר להשתתף במאמץ העולמי לריסון המשבר, יש לחלקן גם אינטרס סותר: **להאריך עד כמה שאפשר את ימיה של כלכלת הפחמן, האחראית לשינוי האקלים הנוכחי.**

תסריט "עסקים כרגיל" מניח שלא מושגת הסכמה עולמית ולא נעשות כל פעולות לצמצום פליטת הפחמן הדו־חמצני, ושהעולם ממשיך להתקדם בקצב הצריכה והצמיחה הנוכחי. תסריט זה מהווה בסיס לכמה תחזיות אפוקליפטיות.

משקלן של סין, הודו וברזיל בכלכלה העולמית עלה משמעותית בעשור האחרון. בשלוש המדינות הללו חיים כשליש מאוכלוסיית העולם, וצמיחתן המואצת הופכת את דגם הפיתוח שיאומץ בהן לרכיב חשוב במאבק על עתיד האקלים. התפתחותן המטאורית מביאה לזינוקים דרמטיים בביקושים לאנרגיה, לחומרי גלם ולתשתיות אזרחיות. המהפכה התחבורתית שהן עוברות כרוכה בעלייה עוצרת נשימה – תרתי משמע – במספר כלי הרכב ברחובות ובכבישים. אזרחיהן דורשים מגורים משודרגים, מפתחים הרגלי תזונה חדשים, תיאבון למוצרי צריכה עדכניים ועוד.

סין, למשל, תזדקק עד שנת 2020 לתוספת כושר ייצור חשמל של 1,300 גיגה־ואט – יותר מכל כמות החשמל המיוצר בארה"ב כיום. היא עשירה בפחם, ופתרון מתבקש עבורה בהיבט הכלכלי הוא בנייה מסיבית של תחנות כוח פחמיות – דלק שפולט CO_2 ליחידת הספק יותר מכל דלק אחר. תפוצתו העולמית הנרחבת והקלות היחסית שבהפקתו, צבירתו >>

דירוג עפ"י כמות פליטה היסטורית	מדינה	פליטה היסטורית 1850–2004 (מיליון טון) CO2	שיעור מהפליטה ההיסטורית הגלובלית	שיעור אוכלוסיית המדינה באוכלוסיה העולמית (2008)	אינדקס פליטה היסטורית*
1	ארה"ב	634,600.00	45.00%	4.56%	9.68
2	רוסיה	90,135.00	6.38%	2.14%	2.98
3	סין	89,243.00	6.31%	20.02%	0.32
4	גרמניה	79,450.40	5.62%	1.24%	4.53
5	בריטניה	67,906.80	4.80%	0.92%	5.21
6	יפן	42,696.20	3.02%	1.93%	1.56
7	צרפת	31,775.70	2.24%	0.96%	2.33
8	הודו	25,167.00	1.78%	17.11%	0.10
9	קנדה	23,930.00	1.69%	0.50%	3.38
10	אוקראינה	22,956.40	1.65%	0.70%	2.36
11	פולין	22,474.80	1.59%	0.58%	2.74
12	איטליה	17,886.50	1.26%	8%γ0	1.43
13	דרא"פ	13,271.30	0.93%	0.66%	1.41
14	אוסטרליה	12,014.30	0.85%	0.31%	2.74
15	מכסיקו	11,463.70	0.81%	1.64%	0.49
---	---	---	---	---	---
61	ישראל	1,434.00	0.101%	0.097%	1.04
---	---	---	---	---	---
	סה"כ	**1,412,537.90**			

אינדקס פליטה היסטורית לגודל אוכלוסייה: "תרומת" 15 המדינות הפולטניות ביותר + ישראל לפליטה ההיסטורית הגלובלית (1850־2004) של CO2, בהשוואה לחלקן היחסי באוכלוסיית העולם ב־2008

מקורות:
פליטה היסטורית: http://spreadsheets.google.com/pub?key=phNtm3LmDZEP4Ou7jpeRQbA&gid=4(נצפה ב־25 באפריל 2009)
אוכלוסייה: http://www.photius.com/rankings/population/population_2008_0.html The world Factbook 2008 (נצפה ב־25 אפריל 2009)

* **אינדקס הפליטה ההיסטורית:**
היחס בין הפליטה ההיסטורית שמקורה בתחום המדינה (1850־2004) לבין שיעור אוכלוסיית המדינה מאוכלוסיית העולם ב־2008. אינדקס שערכו גדול מ־1 מציין פליטה היסטורית גבוהה משיעור אוכלוסיית המדינה כחלק מאוכלוסיית העולם. אינדקס שערכו נמוך מ־1 מציין פליטה היסטורית קטנה משיעור אוכלוסיית המדינה כחלק מאוכלוסיית העולם.

"ההתחממות הצפויה עשויה להפשיר נתחים עצומים ממדבריות הקרח באזור קווי הרוחב הגיאוגרפיים הגבוהים ולהפוך אותם לאטרקטיביים לחקלאים, תעשיינים ומתיישבים. רוסיה, מדינות סקנדינביה, קנדה, אלסקה ומחוזות מסוימים בצפון ארה"ב, צפון אירופה, יפן וסין צפויים לשרוד ואף לשגשג, גם אם שינוי האקלים יואץ. הסיוט של חצי הכדור הדרומי עשוי להיות תסריט די נוח למדינות היושבות באזורים הסוב־ארקטיים"

>> ושינועו הופכים את הפחם לפתרון הזול ביותר לייצור חשמל. סין, אגב, אינה לבד: משקי חשמל במדינות רבות, כולל ישראל, מעדיפים פחם ונוטים להשתמש בדלקים אחרים בעדיפות שנייה.

קצב הפיתוח בסין, הודו, ברזיל ומדינות דומות מזין את הטענה, שהסכנה האמיתית להעמקת משבר האקלים טמונה לכאורה במודרניזציה של העולם השלישי. ממשלו של הנשיא ג'ורג' בוש חזר ללא הרף על המאנטרה, שקיצוץ הפליטות שישיתו על עצמן המדינות המפותחות חייב ללכת יד ביד עם התחייבות דומה מצד המדינות המתפתחות. הנשיא בוש וממשלו האמינו שדפוסי השימוש באנרגיה ובתחבורה בארצות־הברית ובמדינות המתועשות הם חוק טבע סביר ורציונלי, שאין כל צורך או יכולת לחפש דרכים לשינויו. "זה מה שאזרחי אמריקה רוצים, ותפקידנו הוא לאפשר להם לחיות כך", אמר בוש. אמריקה לא הייתה מוכנה לקחת על עצמה התחייבויות שסין לא תיקח. הגישה הזו מגלגלת את האחריות לפתחן של המדינות העניות והדורות הבאים, והיא לוקה במספר כשלים:

ראשית, קצב הגידול הנוכחי של כמה ממדינות העולם השלישי נראה גבוה, כי נקודת ההתחלה שלהן כה נמוכה. צמיחה שנתית של חמישה אחוזים בכלכלת מצרים, אינדונזיה או קניה, אם תמשיך לאורך זמן, תצליח לקדם את המדינות הללו, במקרה הטוב, מעוני עמוק לעוני בינוני. הערך הכספי שלה קטן בהרבה מצמיחה בת חצי אחוז בכלכלה של קנדה או עשירית אחוז בגרמניה או בריטניה.

שנית, צריך לקחת בחשבון שהתיעוש בסין, בברזיל ובהודו מביא לעלייה מסוימת ברמת החיים של תושביהן, אבל נובע ממערכי ייצור, שרוב תוצריהם משווקים למדינות המתועשות הוותיקות. גזי החממה וזיהומי המים והקרקע שנוצרים במדינות העולם השלישי, הם החלקים הנסתרים מן העין של עלויות ייצור שתומכות בעליית רמת החיים במדינות המתועשות. טקסטיל וסוללות ומכשירי חשמל ומכוניות שמורכבים בחצי הכדור הדרומי, מאפשרים לחצי הכדור הצפוני להמשיך במדיניות "עסקים כרגיל".

שלישית, יש לזכור שהרבה מהפעילות היצרנית במדינות העניות נעשית במימון תאגידים פיננסיים, שמנוהלים מצפון אמריקה, ממערב אירופה, מרוסיה ומיפן, ובבעלותם. ההשקעה בשווקים המתעוררים מקורה במדינות הצפון, וכלכלותיהן הן אלה שעושות רווחי עתק מהפריחה החדשה שמקורה בתיעוש העניות החדשות. שריפת פחם בתחנות הכוח ובמפעלים החדשים בסין תורמת מה שהיא תורמת לזיהום האטמוספירה ולמשבר האקלים. אבל המערכת הפיננסית הגלובלית משתמשת בסין כאתר ייצור בגלל כוח העבודה הזול, הקרקע הזמינה ועלויות ההון המוקטנות שם. הסידור הזה נוח לתאגידים הרב־לאומיים עוד יותר משהוא מיטיב עם הסינים.

משבר האקלים הוא תהליך גלובלי שמצריך פרספקטיבה היסטורית. המדינות המתעוררות הגדילו לאחרונה את תרומתן היחסית למאזן גזי החממה באטמוספירה, אך תהיה זו צביעות פוליטית אם ננתק את המאזן הזה מההיסטוריה וננתח אותו רק במבט קדימה. זה מאתיים שנה זוללים העמים המתועשים עוגת קרם עשירה, שנאפתה מחומרי גלם שמקורם בקולוניות לשעבר. הפרוטות ששולמו עבור החומרים הללו, לא תרמו כמעט לפיתוחם של הילידים. עכשיו, כשהמשבר הסביבתי מגיע, מתברר שהוא יפגע תחילה בקולוניות. הן, שסיפקו כמעט חינם את חומרי הגלם לעוגה, נותרו מחוץ לחינגת הזלילה ויסבלו מכאבי הבטן. הניסיון לתאר את המדינות המתפתחות כאוחזות במפתח לעתיד, לא יצלח. את שורשי המשבר הסביבתי העולמי, כולל שינוי האקלים, יש לחפש בלונדון, בוושינגטון, בבריסל ובמוסקבה – לא במנילה, בג'קרטה, בכלכותה או בבייג'ינג.

במקום לחכות לפתרונות פלא טכנולוגיים ובינתיים לכופף את ידי סין והודו, על האומות המתועשות להתחיל בהנהגת **שינויים בדפוסי הצריכה** בביתן. טכנולוגיות חדשות וחכמות של חיסכון באנרגיה צריכות להיות משולבות בכוונות ערכית לצרוך פחות. אשליית השפע הנצחי שמגדירה את החלום האמריקאי, מעודדת משפחות אמריקאיות לחיות בבתים גדולים בפרברים, להפעיל מכשירי חשמל רבים ולהשתמש בכלי רכב פרטיים כדי להגיע בכל יום לעבודה, לקניות ולבילויים. אלא שאתוס

הצריכה והאמונה הבלתי רציונלית בהיתכנות צמיחה בלתי מוגבלת מסתירים בעקביות את המחיר שאורח החיים הזה גובה ממשאבי כדור הארץ, ובראשם האטמוספירה.

משבר האקלים העולמי אוחז את המדינות העניות בצבת של אילוצים ופרדוקסים. ההשפעות הסביבתיות של התיעוש המואץ שהן עוברות, עלולות לגבות מהן מחיר יקר, ומהר יותר משנדמה למנהיגיהן. סין, שמבססת את עתידה התעשייתי על חשמל מתחנות כוח פחמיות, ואשר עומדת להעלות את חלקה היחסי בפליטה הגלובלית השוטפת של פחמן דו־חמצני עד קרוב ל־20%, היא אותה סין שחלקים גדולים ממנה חשופים לבצורות, לכשל יבולים ולרעב בשל מִדבּוּר. בהודו, שקצב התיעוש והמינוע בה מזנק בלי הרף, יש אזורים גדולים וחשובים שצפויים להתייבשות, סופות, מחלות והצפות.

צמצום או הסתגלות

המתחים הללו באים לידי ביטוי דרמטי במאמץ גלובלי שמתנהל בעצם ימים אלה, להגיע להסכם בינלאומי על משטר פליטת גזי חממה שייכנס לתוקף בתחילת 2013, מיד עם פקיעתו של פרוטוקול קיוטו. דרך אחת להבין את המתחים בין הצפון לדרום היא באמצעות הבחנה בין שתי גישות יסוד להתמודדות עם משבר האקלים: צמצום (mitigation) והסתגלות (adaptation).

צמצום משבר האקלים מתמצה במאמץ להקטין ככל האפשר את כמות גזי החממה שנפלטים לאטמוספירה. זה חיוני להמשכיות הביוספירה בטווח הבינוני והארוך, של עשרות ואף מאות שנים. מצד שני, ובלי לזלזל בצורך בצמצום, צריך להסתגל. משבר האקלים כבר כאן, וגם אם תימצא דרך פלאית להפסיק שריפת דלקים מחצביים ודחיסת פחמן דו־חמצני לאטמוספירה מחר, יעברו עשרות שנים עד שההתחממות תיעצר. אורך חייהן של מולקולות ה־CO_2 באטמוספירה הוא 100 שנה. אנחנו חיים באטמוספירה שירשנו, ושייקח לנו עוד זמן רב להחזירה לקדמותה. בינתיים יש לבנות יכולת הסתגלות: לפתח אמצעים טכנולוגיים, התנהגותיים, פיננסיים וארגוניים, שמתייחסים להתפתחות משבר האקלים כאל עובדה מוגמרת ומכוונים לשיפור יכולותיהן של אוכלוסיות לקדם את פני הרעה. למשל, הכנסת שינויים בחקלאות של מדינות מסוימות, הצפויות להיחשף לטמפרטורות גבוהות ולמחסור במשקעים, או הקמת חומות מגן באיים שטוחים באוקיינוס ההודי, שעלולים להיות מוצפים עקב עליית מפלס האוקיינוסים.

הצורך בהסתגלות מעסיק מאוד את הנהגות מדינות העולם השלישי. העשורים הקרובים עלולים לשלוח רבות מהן לסחרורים של נזק אקו־גיאוגרפי, סבל אנושי, קריסה כלכלית וכאוס מדיני; לאיים באופן ממשי על יציבות משטריהן, ובמקרים מסוימים – על שלמותן כישויות פוליטיות. המדינות המתועשות, לעומתן, בטוחות יותר ביכולתן לעמוד בנזקים מיידיים, והן רוצות להשקיע יותר בצמצום פליטות, שיתורגם ליתרון בטווח הבינוני והארוך. הדילמה האם להתמקד בהסתגלות או בצמצום, מציבה את הצפון והדרום משני עברי המתרס.

אבל המתח בין צמצום להסתגלות איננו מסתכם רק בוויכוח בין מדינות. הוא בא לידי ביטוי גם במשיכת החבל הסמויה שמתנהלת בשנים האחרונות בין תאגידי אנרגיה, תחבורה ותעשייה כבדה, שמחייבים פתרונות של הסתגלות, לתאגידי ביטוח וממשלות, שלוחצים לצמצם לאלתר את פליטות גזי החממה. תאגידי אנרגיה ותעשייה השקיעו טריליונים (אלפי מיליארדים) בדלק מחצבי (פחם, נפט וגז) – ברכישת הזיכיונות, בתשתיות ההפקה, בהובלה ובאחסון ובזיקוק ובשיווק. חברות אנרגיה שהקימו תחנות כוח, יצרניות רכב שהשקיעו בפיתוח ובבתי־חרושת, ענקיות החקלאות התעשייתית וחברות התעופה נמצאות >>

"הצורך בהסתגלות מעסיק מאוד את הנהגות מדינות העולם השלישי. העשורים הקרובים עלולים לשלוח רבות מהן לסחרורים של נזק אקו־גיאוגרפי, סבל אנושי, קריסה כלכלית וכאוס מדיני; לאיים באופן ממשי על יציבות משטריהן, ובמקרים מסוימים - על שלמותן כישויות פוליטיות. המדינות המתועשות, לעומתן, בטוחות יותר ביכולתן לעמוד בנזקים מיידיים, והן רוצות להשקיע יותר בצמצום פליטות, שיתורגם ליתרון בטווח הבינוני והארוך. הדילמה האם להתמקד בהסתגלות או בצמצום, מציבה את הצפון והדרום משני עברי המתרס"

במצב דומה. משטר גלובלי של צמצום פליטות יכריח את רוב הפירמות הגדולות בעולם לוותר על נתחים גדולים מרווחיהן. חלק ממרבצי הדלק שלהן יישאר קבור באדמה. תחנות כוח יישארו על נייר השרטוט, ואחרות ייסגרו טרם זמנן. ענף הרכב יקבל תמרור "עצור" או, לפחות, "האט". במילים פשוטות, תוכניות עסקיות בהיקף של טריליונים ייגנזו וייכתבו מחדש. שיטות ייצור אלטרנטיביות יחוללו מהפכה תעשייתית שנייה. אין פלא שלובי האנרגיה והתחבורה עושה ככל שביכולתו להקטין עד כמה שאפשר את הסיכוי, שמהלך כזה ייצא לפועל בקרוב. לעומת זאת, תאגידי ביטוח, קרנות פנסיה וחברות השקעה יהיו, כאמור, הראשונים לחוש את תוצאות משבר שינוי האקלים. לכן הם אלה שדורשים, יחד עם תנועות פוליטיות וארגונים ירוקים, פתרונות מהירים.

נפגשים בקופנהגן

ההסכם שיחליף את פרוטוקול קיוטו ב־2013 אמור להיכתב בדצמבר 2009, בוועידת האקלים של האו"ם בקופנהגן. הוא יתבסס על הגדרה של ספף עליון – כלומר, מכסת פליטות גלובלית שתלך ותרד עם השנים. השאלה שטרם נפתרה היא, איך לחלק את המכסה בין המדינות. דרך אחת היא צילום המצב הנוכחי. כלומר, אם ארה"ב אחראית כיום לכרבע מהפליטה הגלובלית, היא תוכל להמשיך להיות אחראית לרבע גם כשהכמות הכוללת תרד במשך השנים. שיטה זו מכונה סבאות (grandfathering): היא הופכת את שיעור הפליטה הנוכחי של כל מדינה ל"זכות", שמועתקת אל העתיד. במילים אחרות, היא מתעלמת מההיסטוריה ואינה תובעת מהאומות העשירות פיצוי על נזקי העבר שהן יצרו. לעומת זאת, בסבאות הפוכה (reverse grandfathering) מקבלת כל מדינה מכסת פליטות, שאמורה לשקף חובות מן העבר. בהסדר כזה ארה"ב, למשל, תתחייב לא רק לצמצם את הכמות המוחלטת של פליטותיה, אלא גם לרדת בשיעור היחסי של הפליטות שלה – נניח, מרבע הפליטה העולמית כיום לחמישית בעתיד. כך ייווצר פיצוי רטרואקטיבי – "זכות השיבה של הפחמן".

האם דרישתן של סין והודו ליעדי קיצוץ צנועים היא אכן שיקוף נכון של ההיסטוריה הבלתי שוויונית של זיהום האטמוספירה וההנאה מהתיעוש, או שמא צודקים פוליטיקאים אמריקאים שמרנים, שטוענים שיעדי הקיצוץ המופחתים, אם יושתו על מדינות מתפתחות גדולות, ייתנו למדינות שכבר עלו על מסלול של תחרות עם מדינות המערב, יתרון בלתי הוגן? האם ארה"ב באמת מתכוונת להצטרף לאמנה החדשה אם וכאשר סין והודו יקבלו על עצמן יעדי הפחתה כלשהם, או שמא היא משתמשת בענקיות החדשות כתירוץ סרק שנועד לכסות על חוסר הרצון שלה לקחת אחריות על פליטותיה?

עתיד הדיונים על הסכם פוסט־קיוטו כרוך בהחלטות פיננסיות בקנה מידה אדיר. קבוצת 50 המדינות הכי פחות מפותחות (The Least Developed Countries) תהיה פטורה, ככל הנראה, מחובת קיצוץ פליטות משמעותי במסגרת ההסכם החדש. מצב התיעוש, התחבורה וייצור האנרגיה בהן כל־כך ירוד, שאם הקהילה הבינלאומית רוצה לאפשר להן להתרומם לרמת פיתוח ואיכות חיים מינימלית, היא תצטרך להניח להן להגדיל מעט את רמת הפליטה שלהן לנפש, שבכל מקרה היא נמוכה מאוד כיום.

יתרה מזו, המדינות הללו, כמו רבות מ־77 המדינות המתפתחות, חייבות תמיכה פרו־אקטיבית של מדינות המערב, כדי שהצמיחה בהן תהיה כרוכה במינימום תוספת של פליטת גזי חממה. שני מרכיבים חשובים בתמיכה כזו נכללים במשא ומתן על הסכמי פוסט־קיוטו. האחד הוא העברת טכנולוגיות לא מזהמות – מעין שדרוג עמוק ומהותי של מנגנוני הפיתוח הנקי, שכבר קיימים בפרוטוקול קיוטו. השני הוא הקמת קרנות גלובליות גדולות להעברת כספים למדינות העניות לצורכי פיתוח של אנרגיות ותיעוש בלתי מזהמים. שני הצעדים הללו הופיעו ברמז כבר באמנת האקלים של ריו, ובצורה מפורשת יותר בדיונים החשובים שהתנהלו בפסגת כדור הארץ ביוהנסבורג בשנת 2002, אשר קישרו במישרין בין המשבר הסביבתי העולמי לבין החובה המוסרית והפוליטית להעביר תמיכה כספית מהצפון לדרום, כדי להקטין פערי פיתוח ורמת חיים.

הוויכוחים המרים שמתנהלים על שני הסעיפים הללו – איך יועברו הטכנולוגיות למדינות המתפתחות, על־פי אילו קריטריונים של זכאות ומחויבות, כמה כסף יושקע בקרן הגלובלית לשינוי אקלים, מי ינהל את הקרן וכיוצא באלו – מדגימים עד כמה נפיץ הפוטנציאל הפוליטי שטמון בהם. קיצוץ פליטות יעלה הרבה כסף לפני שהוא יתחיל לחסוך כסף. מנהיג מדינה תעשייתית גדולה שיצטרך להחליט, האם לקחת מיליארדים מתקציבים שמשרתים את בוחריו בבית – אלה שתמיכתם תבטיח לו עוד תקופת כהונה – ולהעביר אותם למדינות עניות בחצי הכדור הדרומי, יהסס הרבה לפני שיקבל הכרעה כזו.

יהיה אשר יהיה ההסכם שיתגבש לקראת 2013, דבר אחד ברור: העולם אשר הולך ומתהווה בצל שינוי האקלים יידע סוגי מחסור, שבעתיד הלא רחוק יגרום לאנשים להביט אחורה בזמן בתדהמה. האנרגיה, המים, המינרלים ויכולת ייצור המזון שירדו לטמיון במאה ה־20 ובתחילת המאה ה־21 בגלל בזבוז, תאוות בצע ואידיאולוגיה של "תפוס ככל יכולתך", עוד ייראו למתבונן בהם מן העתיד ככרוניקה הזויה של טירוף פושע. התקופה הנאורה כביכול שבה חיינו בחשכה תודעתית, שבה כרינו בלי הבחנה את משאבי כדור הארץ, תיראה כדמדומי ציוויליזציה שלא הצליחה להבין מבעוד מועד לאן היא מוליכה את עצמה. ■

msdan@post.tau.ac.il

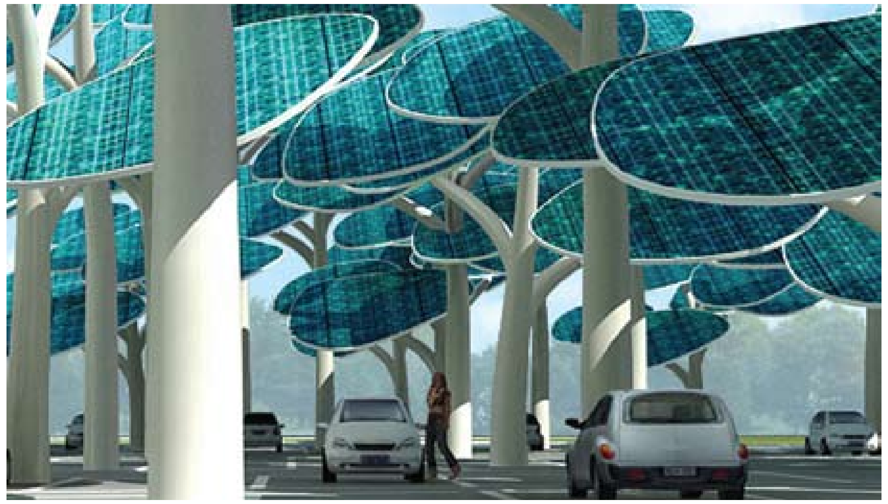
קיימות

דודי גולדמן

047

מעותה ועד עולם

במקומות רבים בעולם, וגם בישראל, מתארגנות קבוצות המנהלות אורח חיים המבוסס על השתלבות בסביבה ואחריות לעתיד. המושג הוא "קיימות", המשמעות היא אחריות



פרוייקט יער סולארי דרכו נטענות מכוניות / דימויים: נוויל מארס (רשיון CC)

■ ההיסטוריון, פרופ' אייל נווה, נוהג לומר כי לעיתים יכולת הראייה והתפיסה של עיתונאי – למרות שטחיותה ומהירותה – יכולה להיות מדויקת וגבישית מזו של היסטוריון, הספון בחדרי האקדמיה. זו גם מעלתו הגדולה של העיתונאי טום פרידמן, שבעשור האחרון מצליח ללכוד בטור שלו ובספריו את "רוח התקופה" ולתאר תהליכים ומגמות באופן נגיש ומובן. פרידמן, קופירייטר בניסוחיו, מצליח בביטוי קצר וקליט להגדיר תופעות מורכבות באופן שנוגע למרבית קוראיו בעולם ותמיד מעורר עניין, סקרנות ומחשבה.

פרידמן, שהביא לנו את "העולם השטוח" הפך בספרו האחרון, "חם, שטוח וצפוף" לאחד ממובילי המהפכה הירוקה בעולם. בספר, הוא מצביע על אחד המושגים המרכזיים של מהפכה זו – מושג **"הקיימות"** (sustainability), ביטוי שלא פרידמן המציא, אבל הוא מרבה להשתמש בו כדי לתאר סוג של מהפכה חברתית ואנושית המתחוללת באורח החיים של חלק (קטן בינתיים) מהאנושות.

"קיימות" היא תפיסה הרואה את הפיתוח ואת אורח החיים שלנו לא רק כמשהו המתקיים בהווה, אלא כאירוע בשרשרת המתחילה בעבר ונמשכת הרחק בעתיד. הקיום הנוכחי אינו נפרד מהקיום העתידי ודור החי בהווה אינו יכול להתכחש לדורות עבר או להיות אדיש לדור העתיד. כל מעשה שלנו בהווה חייב להיבחן גם בהשפעותיו על העתיד הרחוק. והחשוב מכל – אין אנו יכולים להשתמש ולנצל משאבים בקצב שיגרום להיעלמותם. כל משאב יש לנצל רק באופן שלא יגרום לו להתכלות או להתחסל, כך שבני

AGRO-Housing - פרוייקט בניין מגורים המכיל גינות גידול תלויות – גינה לכל דירה – הפרוייקט שזכה בתחרות תוכנן ע"י קנפו-קלימור ארכיטקטים ויוקם בעיר ווהן בסין / קנפו-קלימור ארכיטקטים

>> הדורות הבאים יוכלו ליהנות ממנו כמונו.

מהגדרה כלכלית זו התפתחה ה"קיימות" לאידיאולוגיה כוללת המציגה אלטרנטיבה לדרך החיים המערבית המודרנית. מדובר בהשקפת עולם הומאנית, שבמרכזה האדם – על חירותו ועל כבודו כמושגים המגדירים אותו – המבין שכל היצורים החיים פה הם פרטים מתוך מארג גדול יותר, שאינו רק אנושי. האידיאולוגיה של הקיימות שואפת שחברה אנושית תמשיך להתפתח ולשמר איכות חיים מספקת בהתאם לצרכים "אמיתיים" ולאפשרויות שלא יפגעו ב"בית" (כדור הארץ) שבו אנו חיים. פעם, בתחילתה של המהפכה התעשייתית באנגליה, היה לאדם הרבה טבע ומעט מוצרי צריכה. היום המצב הפוך. יש לנו הרבה מוצרי צריכה, הרבה מעבר לכושר הקיבולת הטבעי שלנו, אבל הרבה פחות טבע – פחות שמיים נקיים, פחות מים נקיים, פחות יערות ופחות שטחים ירוקים.

בשנות ה־60 נולדה באמריקה הקפיטליסטית תנועה צעירה ואנטי־ממסדית, שקראה לשינוי אורח החיים האמריקאי. **ההיפים,** שקלטו חלק מהפילוסופיה החברתית שלהם מהפילוסוף הרברט מרקוזה, דחו את חברת הצריכה והציעו אלטרנטיבה של חיים בטבע, אהבה, סמים ומוזיקה בשילוב של קומונות, סקס חופשי ושוויון מעמדי. התנועה ההיפית חדרה לאוניברסיטאות, איימה לזמן קצר על אמריקה ואירופה במרד סטודנטים אלים, ולאחר מכן דעכה ונעלמה. בלי להצהיר רשמית על כוונתה, סימלה ה"חזרה ההיפית לטבע ולקומונות" רצון עז לפגוע, אם לא להחליף, את דרך החיים הקפיטליסטית.

על רוחו של הקפיטליזם למדנו מהסוציולוג מקס ובר בחיבורו הידוע "האתיקה הפרוטסטנטית ורוח הקפיטליזם", שפורסם בשנת 1904. הקפיטליזם, טען ובר, התפתח מעולם הערכים הפרוטסטנטי שבו הצלחה כלכלית מהווה אישור לפרט שהוא אכן נבחר על־ידי האל. באקלים הקתולי שבו הכנסייה, הממסד והקולקטיב חשובים מהפרט, לא יכולה היתה להתפתח שיטה כלכלית המציבה ערכים כמו יוזמה פרטית, זכות הקניין, מוסר עבודה גבוה, היררכיה, חיסכון, השקעה חוזרת של הון ושוק חופשי.

בחברה שאלה ערכיה, ובנוסף היא חברה רציונלית ותועלתנית, ברור שמושגים כמו טבע, קהילה, דאגה לדורות הבאים, נזקים לסביבה, ניצול כוח עבודה זול במדינות עולם שלישי, פליטת מזהמים, פיתוח יתר או צריכת יתר, אינם רלוונטיים כלל. הצלחה אמורה להיות חזות הכל והצלחה נמדדת כאן ועכשיו. לכן נדמה שהאידיאולוגיה ארוכת הטווח של הקיימות, סותרת את התיאוריה הקפיטליסטית.

אולם הקיימות, שלא כמו התנועה ההיפית של שנות ה־60, אינה מכוונת לחיסול הקפיטליזם אלא במידה רבה היא הרחבה שלו. גם טום פרידמן טוען בספרו שאין סתירה בין קיימות וקפיטליזם. להיפך. הקיימות היא שלב חדש, הוליסטי ומתחשב בתודעה הקפיטליסטית. הקיימות היא אבולוציה חיובית של רוח הקפיטליזם. היא מסיטה את המבט מתועלת קצרת טווח של פרטים אל תועלת ארוכת טווח המתחלקת בין רבים. היא מעבירה את הדגש מהתבוננות בלעדית על רווחי היחיד וזכויותיו לטובת ראייה קולקטיבית של עושר. היא מוכנה לוותר על רווחים גדולים בטווח הקצר – לטובת

אני ואתה נשנה את העולם

חיים בסגנון "קיימות" ניתן למצוא היום במקומות רבים בעולם ובישראל. בעמק יזרעאל ובצפון הארץ אפשר למצוא יותר ויותר משקים, של בני הדור השני והשלישי, למשל בנהלל, המקיימים אורח חיים של קיימות. מדובר במשפחות ובקבוצות המנצלות רק מה שהן מייצרות ומשתדלות להתקיים, לבנות ולהתפתח מחומרים זמינים ומתחדשים. עוסקים שם בחקלאות אקולוגית ללא שימוש בדשנים מזיקים. בחלק מהמקומות חזרו לערכים של תחילת הציונות ואין משתמשים בעבודה שכירה. אם צריך עובדים מצרפים אותם כשותפים למיזם לפי המודל הקואופרטיבי. במקומות רבים בארץ החלו בשיטות שיווק וסחר ללא כסף (למשל סחר חליפין ושווקים של החלפת סחורות). גם בתל־אביב פועלות כמה קבוצות ובהן "החללית" ברחוב הירקון 70 בתל־אביב, שבו מתקיימים דיונים על כלכלה אקולוגית. יותר אנשים לוקחים בחשבון את מחיר הפיתוח הכללי ומאמצים את עקרונות הפשטות וההתחשבות בכל פעולה או קנייה שהם עושים. כך מתנהלים קמפיינים ציבוריים והחרמות נגד חברות הפוגעות בסביבה, בנוף, בבעלי חיים ובאנשים המנוצלים לצרכי ייצור (על רקע זה אפשר גם לראות את המחאה שהתקיימה נגד חברות האופנה הישראליות, שעל־פי טענות בתקשורת העסיקו פועלים בירדן בתנאים לא אנושיים).

בעולם פועלת אגודה בינלאומית לכלכלה אקולוגית, הקוראת תיגר על הכלכלה הקיינסיאנית, ובגדולות שבאוניברסיטאות האמריקאיות נפתחים מסלולי הכשרה לכלכלה זו. בפקולטות לארכיטקטורה נוסדו מסלולים לתכנון ארכיטקטוני מקיים, כלומר כזה השומר על בנייה על־פי עקרונות הקיימות. המודל המשותף לתנועות חברתיות וציבוריות אלו, וכמובן לפרטים הפעילים בהן, הוא ההחלטה שעיקרון הצמיחה הבלתי נפסקת והרחבת העסקים אינו קדוש ואינו לגיטימי בכל מחיר.

טיוח הקיר באחד המבנים במרכז האקולוגי של חוות "יש מאין" בנהלל / צילום: דליה בלי

רווחים, כנראה לא פחות גדולים, שיתאפשרו בעתיד ולאורך זמן. הקיימות רואה בשמירת המשאבים רווח ולא ויתור.

קריסת השווקים הפיננסים בארה"ב ובעקבותיהם המשבר הכלכלי במערב, גרמו לרבים להתפכחות מקפיטליזם טוטאלי ללא גבולות ומגבלות. גם בארה"ב נשמעים קולות נגד "הקפיטליזם החזירי" או הדורסני והלא־אנושי, ובצידם קריאה לממשלות להחמיר את ההתערבות והפיקוח הרגולטורי על כלכלת ההון. המשבר האקולוגי העולמי מביא בדיוק לאותן מסקנות – דרישה למעורבות ולקיחת אחריות חברתית וממשלתית בניהול החברה והעולם.

ה"קיימות" מפנה בדיוק אותו סוג של קריאה לאנשים – לקחת אחריות על גורלם וגורל העולם בלי לוותר על רווחתם או על הרצון למקסם את התועלת שלהם. במובן זה היא המשך משופר ומעודן של הקפיטליזם הקלאסי. פתאום אפשר להטות אוזן ולשמוע גם קפיטליסטים מובהקים משמיעים את המשפט, שעד עתה השמיעו רק טהרנים ירוקים – שאנחנו צורכים במשך 12 חודשים את מה שלטבע ולכל הביומסה לוקח לייצר בחזרה במשך 14 חודשים. דווקא חברה קפיטליסטית מבינה ומפנימה היטב מידע מסוג זה, במיוחד כאשר הוא מבוטא במספרים. ברגע שמושג כמו "המהפכה הירוקה", שפרידמן מדבר עליו הופך להיות לא רק פופולרי, אלא גם תועלתני, סימן שהקיימות – כבר אינה סיסמה המגיעה מהשוליים האקולוגיים של החברה – אלא שלב חדש ומתקדם באבולוציה של הקפיטליזם. ■

dudigoldman@gmail.com

דודי גולדמן הוא הכתב לענייני מדע של "ידיעות אחרונות"

התפוצצות אוכלוסין

יואל א. כהן

051

9.2 מיליארד

כמה בני אדם יכול כדור הארץ לקיים? אין תשובה אחת לשאלה הזו, אבל מגמות הדמוגרפיה העולמית רומזות איך תיראה האנושות בעוד 40 שנה. הרבה מאוד אפריקאים ואסיאתים, מיעוט מבוטל של אירופים ואמריקאים, עולם של קשישים שלצידם מעט מאוד תינוקות, וכולם מתגוררים בערי ענק

"נניח שניתן לכל אחד ממיליארד בני האדם, שעתידים להיתוסף לאוכלוסיית העולם ב־12 השנים הקרובות, נורת חשמל אחת של 60 ואט. כשכל הנורות דולקות הצריכה היא 60,000 אלף מגוואט בכל רגע נתון. אם, למזלנו, ידליקו את הנורות רק ארבע שעות ביום, אנו יורדים ל־10,000 מגוואט בכל רגע נתון. נראה שעדיין נזדקק לעשרים תחנות כוח חדשות בעוצמה של 500 מגוואט, המייצרות חשמל בשריפת פחם, וזה רק כדי שהמיליארד הבא יוכל להדליק אור!"

(טום פרידמן מצטט את דייוויד דגלאס, סגן הנשיא לענייני אחריות חברתית בחברת סאן מייקרוסיסטמס. "חם, שטוח וצפוף")

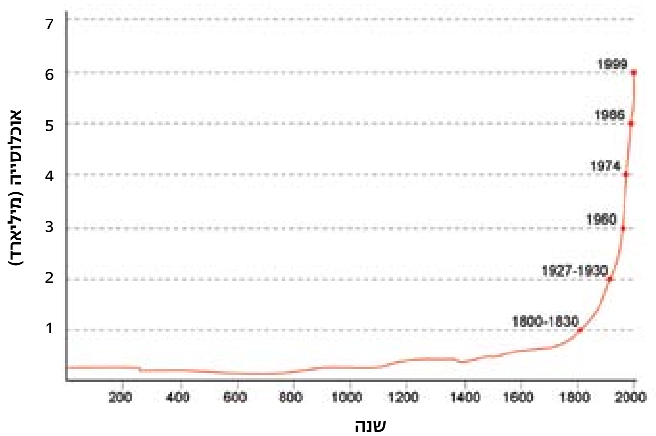
■ ארבע מילות מפתח מסתתרות מאחורי המספר שבכותרת המאמר: **אוכלוסייה, כלכלה, סביבה, תרבות.** 9.2 מיליארד – מספר האנשים שיחיו בעתיד הלא רחוק על פני כדור הארץ – הוא תולדה של קשרי הגומלין בין כלכלת העולם, תנאי הסביבה ותפיסות תרבותיות, ומהאפשרות שלנו להתערב ולהשפיע על קשרי הגומלין בין שלושת המשתנים הללו.

הרבה פעמים שאלו אותי, עשרה מיליארד בני אדם? האם העולם יכול לשאת מספר עצום כזה? בשלהי המאה ה־20 החלטתי לנסות לענות על השאלה. התיישבתי וכתבתי ספר בן 550 עמודים, שנקרא "כמה בני אדם יכולים להתקיים באמצעות המשאבים שמצויים בכדור הארץ?" סקרתי 66 אומדנים מנומקים היטב ביחס ליכולת הנשיאה של כוכב הלכת שלנו. המחקרים המלומדים הללו, שגובשו לאורך יותר מ־300 שנה, הציעו מספרים שנעו בין פחות ממיליארד בני אדם ליותר מ־1,000 מיליארד, כגבול יכולת הנשיאה של כדור הארץ. אין ספק שכולם אינם נכונים. מוסר ההשכל שלי בעקבות כתיבת הספר היה, שהמספרים האלה הם כולם פוליטיים, לא מדעיים.

מספר בני האדם שכדור הארץ יכול לכלכל תלוי באילוצים טבעיים ובהחלטות אנושיות. עלינו להתמקד בהבנה טובה יותר של אילוצי הטבע ומגבלותיו, ובקבלת החלטות אנושיות נכונות יותר הנוגעות לשלושת המפתחות שיקבעו את גודל האוכלוסייה – סביבה, כלכלה ותרבות. לפני שאתייחס לנושאים אלה, בואו נבדוק תחילה את הנתונים על גודל האוכלוסייה.

<<

צילום: אימג'בנק



גרף מס׳ 1
יותר מ־6/5 מגידול האוכלוסייה האנושית ב־2,000 השנים האחרונות התרחשו מאז ראשית המאה ה־19. אוכלוסיית העולם הוכפלה מאז 1965 ושולשה מאז 1935.

10 מיליארד בני אדם

>>

אם נבחן את קצב גידול האוכלוסייה ב־2,000 השנים מאז נולד ישו (גרף 1), ניווכח בתופעה מדהימה: בתחילת המאה הראשונה לספירה חיו על פני כדור הארץ כרבע מיליארד בני אדם. נדרשו כ־1,500 שנים כדי להכפיל מספר זה. ל"עת החדשה" נכנסת האנושות עם חצי מיליארד בני אדם. מאז העולם משתנה במהירות. קולומבוס מגלה את אמריקה, החקלאות נחשפת לסוגי מזון שונים וחדשים, ביניהם תירס, תפוחי אדמה ועגבניות, הסחר העולמי מתרחב, המדע המודרני צועד את צעדיו הראשונים, ושיעורי התמותה יורדים. התוצאה: הכפלה נוספת של המין האנושי – הפעם ב־300 שנה בלבד.

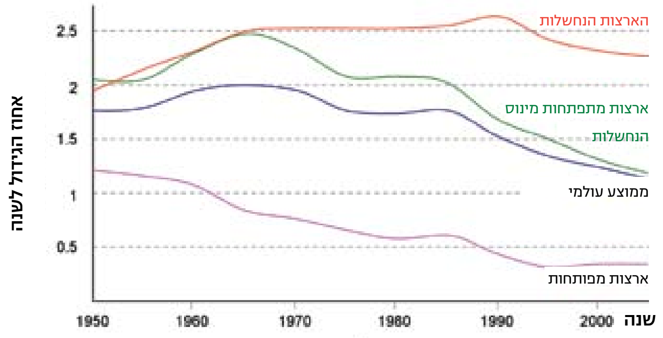
בתחילת המאה ה־19, כשאירופה נכנסה אל עידן המהפכה התעשייתית, מנתה אוכלוסיית העולם מיליארד בני אדם. התוצאה הישירה של מהפכה זו היא הכפלת האוכלוסייה במהירות שיא של 100 שנים. ב־1930 חיו בכדור הארץ שני מיליארד בני אדם.

האנטיביוטיקה ושירותי הבריאות הציבורית אחראים להכפלה הבאה, הפעם בתוך 44 שנים, וב־1974 עומד מניין האנשים בעולם על ארבעה מיליארד. אם נעבור לסרגל מודרני, אזי בין השנים 1960 ל־1999, כלומר ב־39 שנים, הוכפל מספר בני האדם מ־3 מיליארד ל־6 מיליארד. הקצב הזה גדול פי שניים מזה שנרשם 40 שנה קודם לכן, ופי שלושה מזה שנרשם ב־75 השנים שקדמו לו. לא היה כדבר הזה לפני כן, וכנראה שלא יהיה גם בעתיד.

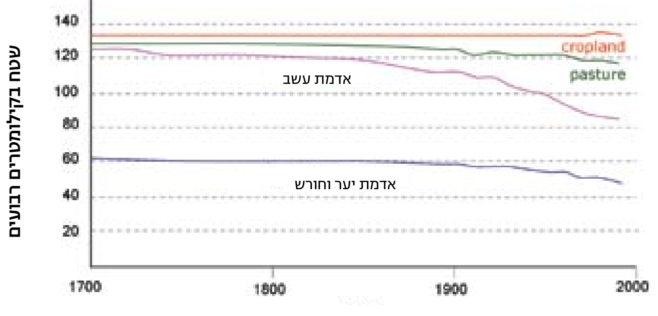
גרף מס׳ 2 מראה את קצב הגידול של האוכלוסייה העולמית מ־1950 עד 2000. הקצב הזה גדל במהירות מסחררת, ובאמצע שנות השישים הוא מגיע לשיא – בסביבות 2.1% לשנה, ואז, לפתע, הוא מתחיל לרדת לאיטו. זהו, ללא ספק, האירוע החשוב ביותר בהיסטוריה הדמוגרפית המודרנית. תושבי המדינות העניות גילו כי סיכויי השרידות של צאצאיהם השתפרו, והורים שוב אינם חייבים להוליד שמונה ילדים כדי ששניים מביניהם יאריכו ימים די הצורך לדאוג להורים בזיקנתם. מאז ועד היום צנח קצב הגידול של האוכלוסייה האנושית למחצית, בסביבות 1.1% לשנה.

במדינות העשירות באירופה החלה האטה בקצב הגידול של האוכלוסייה כבר ב־1789 – למעשה, מאז המהפכה הצרפתית. קצב הגידול בצפון אמריקה ירד בעקביות מאז 1850. אבל המהפך האמיתי התחולל במדינות המתפתחות (למעט המדינות העניות ביותר), וזאת עוד בטרם הופעלה בסין מדיניות "ילד אחד למשפחה". בעשורים האחרונים הירידה בקצב גידול האוכלוסייה במדינות המתפתחות חדה יותר מזו שנרשמה בעולם כולו. רק ב־50 המדינות הדלות ביותר הוסיף קצב הגידול לעלות עד 1990. גם מדינות אלו הצטרפו לאחרונה למגמה העולמית, וקצב גידול האוכלוסייה שלהן החל לרדת.

הקצב משתנה בקיצוניות במעבר בין אזורים גיאוגרפיים שונים ובין מדינות מפותחות לבלתי מפותחות. במהלך המחצית השנייה של המאה ה־20 האוכלוסייה באירופה גדלה ב־30%, בצפון אמריקה ב־80%, באסיה ב־160%, באמריקה הלטינית ב־220%, ובאפריקה ובמזרח התיכון כמעט פי ארבעה. כאמור, זו הייתה המאה שרשמה שיאי גידול באוכלוסייה, אבל, באופן מפתיע, הסתיימה בירידה מרצון, הגדולה בהיסטוריה, של שיעורי הילודה ברוב האוכלוסיות. הסיבות לשינויים בקצב הילודה ב־2,000 השנים האחרונות, ובעיקר במאה האחרונה, קשורות לשלושת המשתנים שהזכרנו: סביבה, כלכלה ותרבות.



גרף מס׳ 2
קצב גידול האוכלוסייה הגיע לשיאו. נשאר גבוה בארצות הנחשלות ביותר, הגיע לשיאו בעולם כולו, מוסיף לרדת בארצות המפותחות יותר



גרף מס׳ 3
כרי מרעה ושדות מעובדים גדלו, ואדמות עשב, יער וחורש התכווצו

הסביבה

גרף מס׳ 3 מציג את השינויים שהתרחשו על פני הקרקע מ־1700 עד 2000. הרחבת השטחים החקלאיים שנועדו לגידול מזון ובעלי חיים, לצד הרחבת השימוש בעצים (לבניית אוניות לצי הבריטי, להפקת פחם, להקמת בתים חדשים, לייצור נייר ולאינספור מטרות אחרות), בעיקר מיבשת אמריקה, הביאו לצמצום משמעותי של היערות והשטחים הירוקים. המחקרים מצביעים על כך, שמחצית מהיערות הטרופיים בעולם נעלמו ללא שוב. בירוא היערות באזורים הטרופיים נמשך בקצב של ארבעה דונם לשנייה, ומיני בעלי חיים נכחדים בקצב מהיר מהרגיל. החדשות הרעות מ־63 המדינות העניות ביותר הן, שחל גידול דרמטי בצפיפות האוכלוסייה שלהן, ומנגד – ירידה דרמטית בשיעור היחסי של כסות הקרקע המקורית, בעיקר של יערות וחורש. החדשות הטובות הן, שבמדינות בהן מתקיימות רמות ביניים של צפיפות אוכלוסין, נותר עדיין מרחב רב להצלת התכסית הירוקה. במדינות אלו אפשר לטפל בצפיפות האוכלוסייה, ובו־בזמן לשמר את המשאבים הטבעיים.

לא רק פני הקרקע משתנים. גם הרכב האטמוספירה עובר תמורות. הפליטה האנושית של פחמן לאטמוספירה עמדה ב־1900 על חצי מיליארד טונות, לעומת 7.3 מיליארד טונות בשנת 2000 – גידול של פי 15, שחלקו נובע משריפת דלק פוסילי וחלקו מכריתה או משריפה של יערות הקולטים פחמן דו חמצני. פליטות החנקן, בצורה של תחמוצות חנקן, משריפת דלק פוסילי וממקורות אחרים, גדלו פי 20. כל המדענים מסכימים שפליטת גזי חממה אלו היא אחד הגורמים להתחממות הגלובלית. תופעה מדאיגה לא פחות נרשמת בתחום מי השתייה. השימוש במים גדל במרוצת המאה ה־20 פי שמונה. צריכת המים השנתית הנוכחית עומדת על 4,000 ק"מ מעוקבים בקירוב, כמות השווה למחצית מכמות המשקעים הזמינים לניצול אנושי.

המקורות האחרים קשורים בפריץ הבר, כימאי גרמני ממוצא יהודי, שפיתח ב־1908 תהליך תעשייתי עתיר אנרגיה להפיכת חנקן אטמוספירי לאמוניה ולשורה של דשנים חנקניים. תהליך זה האיץ את התפשטות האוכלוסייה, אך במקביל הניע את הגדלת הריכוז של חומצה חנקתית ותרכובות חנקן מזיקות אחרות באטמוספירה ואת זיהום מי התהום.

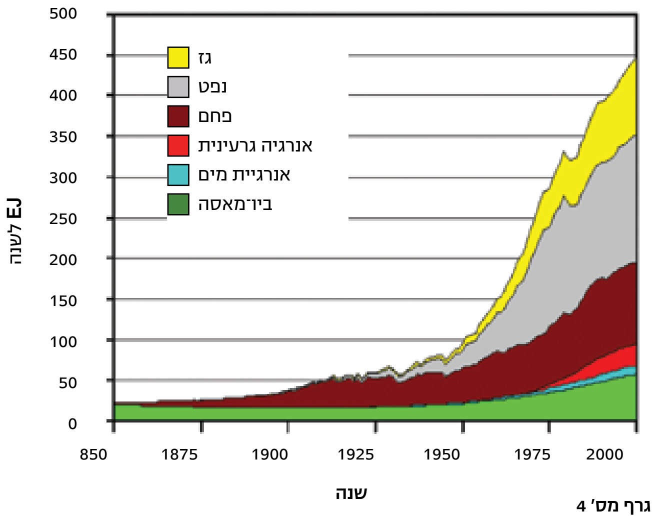
שימו לב, במרוצת המאה ה־20 גדלה האוכלוסייה האנושית בערך פי ארבעה, ולכן גידול זה לבדו אינו מסביר איך גדלה צריכת המים פי שמונה, פליטת הפחמן פי 15 ופליטת החנקן פי 20. ההסבר לתופעות אלו טמון בשתי התמורות החשובות האחרות.

כלכלה ותרבות

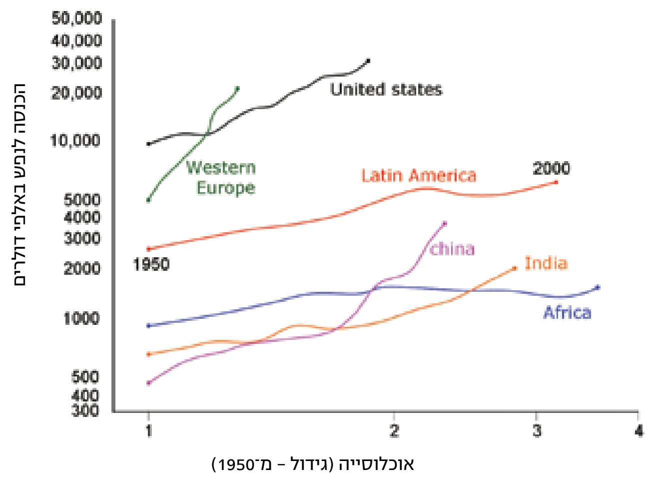
גרף מס׳ 4 מציג את ההיסטוריה של ייצור האנרגיה (ושל פליטת פחמן דו־חמצני לאטמוספירה) ב־150 השנים האחרונות. החלק הירוק מתאר ביומאסה – אנרגיה שהופקה משריפת עץ וזבל. הגידול העיקרי הוא בשריפות גז, נפט ופחם. הרחבת השימוש באנרגיה הניעה במידה ניכרת את הצמיחה הכלכלית של המאה ה־20. כולנו הרגשנו את השפע. ההכנסה השנתית לגולגולת צמחה מ־1,250 דולר ב־1900 לכמעט פי ארבעה בשנת 2000. גם אם לוקחים בחשבון את הגידול באוכלוסייה, ההכנסה הכוללת גדלה במהלך המאה פי 16, משני מיליארד דולר ל־32 מיליארד

יש יחס הפוך בין מהירות הגידול בהכנסה למהירות הגידול באוכלוסייה (ראו גרף 5 בעמוד הבא). לגידול של פי ארבעה באוכלוסיית אפריקה נלוותה עלייה זעירה מאוד בהכנסה. גידול האוכלוסייה בארה"ב קטן בהרבה מזה של אמריקה הלטינית, אבל הגידול בהכנסה שלה גבוה בהרבה. במערב אירופה לא היה כמעט שום גידול באוכלוסייה, אבל ההכנסה גדלה כמעט פי ארבעה. מכיוון שבחלקים גדולים של העולם חל גידול ניכר באוכלוסייה, גם מספר העניים גדל מאוד. ב־1900 חיו, כאמור, רק 1.6 מיליארד בני אדם בעולם. היום, מספרם של אלה המתקיימים

>>



גרף מס׳ 4
ייצור עולמי של אנרגיה ראשונית



גרף מס' 5
גידול ההכנסה היה מהיר יותר כאשר גידול האוכלוסייה היה איטי יותר, 1950־2000

>> מפחות משני דולרים ליום הוא 2.7 מיליארד, יותר מסך כל האנשים שחיו בתחילת המאה שעברה על כדור הארץ.

מבחינות רבות, קיימים על כדור הארץ שני עולמות שונים לגמרי: העולם העשיר, המונה 1.2 מיליארד נפש, ולצידו עולם עני, שמונה 4.9 מיליארד נפש. ההכנסה השנתית הממוצעת לגולגולת בעולם הראשון היא 31,000 דולר, ובעולם השני – פחות מ־5,000 דולר. בעולם העשיר אי־אפשר להתקיים בפחות משני דולרים ליום, ובעולם העני מחצית מהאוכלוסייה מתקיימת בפחות מסכום זה. קצב הגידול השנתי של האוכלוסייה במדינות העשירות יביא להכפלתה רק בעוד 350 שנה. קצב הגידול השנתי במדינות העניות יכפיל את מספר תושביהן בתוך 45–50 שנה.

האיידס מתפשט בקצב מהיר, בעיקר במדינות העניות. שיעור תמותת התינוקות במדינה ענייה גבוה פי תשעה מזה שבמדינה עשירה. אי־השוויון קיים מלכתחילה, מראשית החיים, ונמשך עד סופם. המספר הממוצע של ילדים שתלד אישה במדינה ענייה, גדול פי שניים מאשר במדינה עשירה. צפיפות האוכלוסייה במדינות העניות גדולה פי שניים מזו שבמדינות העשירות. שני המאיונים העליונים בעולם כולו מחזיקים יותר ממחצית העושר העולמי (ראו גרף 6).

האם יש לנו די מזון להאכיל את כולם? כן ולא. גם כאן התשובה קשורה לחלוקה בין שני העולמות. אם אדם צורך רק 0.5 ק"ג לחם ביום – תפריט לא מרנין במיוחד, אבל מספיק לקיום – הוא זקוק לכמעט 0.2 טונה לחם בשנה. התנובה העולמית הנוכחית של חיטה מספיקה אפוא להזנת 10 מיליארד בני אדם בתפריט צמחוני נאות. הסיבה העיקרית לכך שיש היום מיליארד בני אדם רעבים נעוצה בכך, שכמעט 40% מיבול הדגנים מנותב להזנת חיות מקנה, כדי ליצור בשר למאכל לאלו שידם משגת לקנות בשר, בעיקר אזרחי העולם העשיר. כתוצאה מכך, מיליארדים של בני אדם אינם ניזונים כראוי, או נידונים לתת־תזונה מתמדת. הרעב שלהם אינו משתקף בשוקי המזון, מפני שאין להם אמצעים כלכליים ליצור ביקוש. הם בלתי נראים כלכלית. ולכן, יש לנו, ובו־זמנית אין לנו, מספיק מזון.

ומה יקרה מחר?

בעיני, המאורע התרבותי החשוב ביותר של המאה ה־20 הוא התפשטות החינוך היסודי. רוב הילדים של 1900 לא למדו בבית־ספר יסודי. רוב הילדים בימינו מגיעים למערכת חינוך כלשהי. זהו הישג אדיר, שטרם הושלם – במיוחד בדרום אסיה ובאפריקה שמדרום לסהרה. ההישג הזה ישפיע, ללא ספק, על קצב גידול האוכלוסייה בעתיד. חינוך והשכלה, כפי שנראה בהמשך, הם גורם משפיע חשוב על שיעור הילודה.

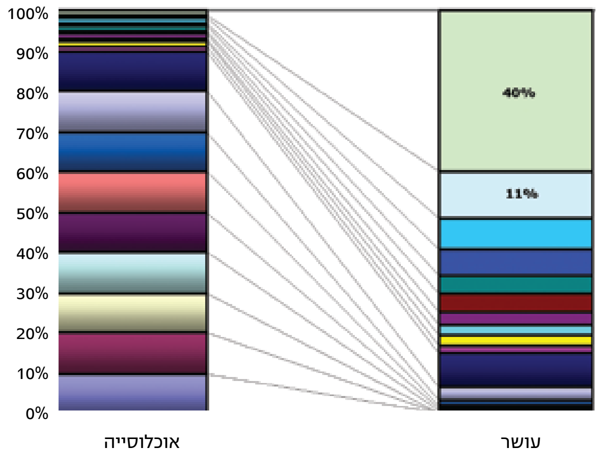
כל ניסיון לחזות את העתיד לא יעלה יפה. אנו יכולים להעריך היום שאוכלוסיית העולם תהיה ב־2050 גדולה יותר, שקצב הגידול שלה יהיה איטי יותר, שבני האדם בעולם יהיו מבוגרים יותר, ושמרבית האנושות תחיה בערים. התחזיות של אגף האוכלוסייה של האו"ם, שבהן אני משתמש כאן, מבוססות על הנחת "עסקים כרגיל". כלומר, על הערכה שההפתעות בעתיד הקרוב לא יהיו רבות מאלה שהיו בעבר. בעבר, כידוע, היו די והותר הפתעות. עם זאת, התחזיות הללו מניחות שלא יהיו בעתיד מלחמות גרעיניות, מגפות גלובליות קטלניות, קטסטרופות אקלימיות או פגיעות שָביט שיכחידו את כל המין האנושי. כל אלה הם אמנם בגדר האפשר, אבל נבצר מאיתנו לטפל בהם במודלים שלנו.

"נשים משכילות מתחילות ללדת בגיל מאוחר יותר, יולדות פחות ילדים ומיטיבות לדאוג לילדיהן ולהגדיל בכך את שיעור השרידות שלהם. בכל מקום שמצויה השכלה באיכות גבוהה, נשים מחפשות אותה ומגיעות אליה. לנשים בעלות השכלה תיכונית יש פחות ילדים מאשר לבעלות השכלה יסודית בלבד. ילד אחד פחות לאישה יקטין - ב־3 מיליארד את מספר בני האדם ב־2050"

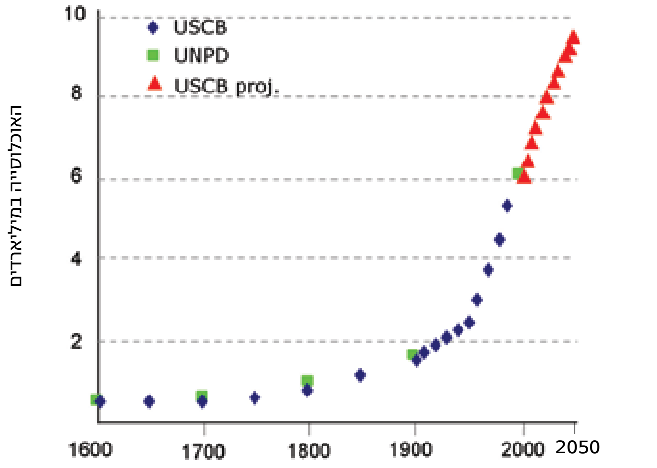
פרטי התחזיות האלה שנויים במחלוקת, ואי־הוודאות שבהם רבה, אבל אלו התחזיות הטובות ביותר שיש בידינו. הקושי העיקרי בחיזוי גודל אוכלוסייה נובע מהשפעות הגומלין שלה עם הסביבה, הכלכלה והתרבות. שלושת המרכיבים הללו קשים לניבוי, כפי שלמדנו מההפתעה שהסב לנו המשבר הכלכלי הגלובלי האחרון.

האם בני האדם יהיו עשירים או עניים יותר? הכל תלוי בהחלטות שלנו, אלו שמתקבלות ממש עכשיו. האם הגידול ייעצר ב־2050? הכל תלוי בהחלטות ובמעשים שלנו עכשיו. האוכלוסייה תהיה מבוגרת יותר. איזו איכות חיים תהיה לה? זה תלוי בהחלטות שלנו עכשיו. האוכלוסייה תהיה עירונית יותר. למעשה, כל הגידול הצפוי באוכלוסייה, מעל שני מיליארד בני אדם, יתרכז בערים גדולות המצויות במדינות עניות. איכות החיים בערים אלו תלויה בהחלטות שנקבל ממש עכשיו.

בשנת 2000 היו כאן 6 מיליארד נפש. ב־2050 נעבור כנראה את ה־9 מיליארד – גידול של 50%, שממדיו כגודל כל האוכלוסייה העולמית שחיה ב־1950. כמעט כל הגידול יתרחש במדינות עניות, ובעיקר במדינות העניות ביותר. בסין נמצאת כיום האוכלוסייה הגדולה ביותר. לא לזמן רב. הודו עומדת לעבור אותה בתוך זמן לא רב, ואפריקה תחלוף על פני שתיהן בתוך 20–25 שנים. בינתיים, אירופה הגיעה לשיאה ועברה לירידה איטית, וארה"ב מתאזנת. העולם העתידי יהיה בעיקר עולם של אפריקאים, הודים וסינים, עם מעט חריגים, יוצאי דופן, כדוגמת האירופים והאמריקאים (ראו גרף 7).



גרף מס' 6
שני המאיונים העליונים מחזיקים ב־51% מהעושר העולמי



גרף מס' 7
גידול האוכלוסייה הצפוי בשנים 2008–2050 שווה לכמות האוכלוסייה בעולם בשנת 1950 הגידול יתרחש בעיקר במדינות העניות

ראינו ששיעורי הלידה יפחתו. מהירות התהליך והתפלגותו הגיאוגרפית תלויות במה שנחליט לעשות בימים אלו. מאחר שכמעט כל הגידול הנוכחי באוכלוסייה חל במדינות מתפתחות, עיקר העבודה החינוכית והתרבותית אמור להיעשות שם. מדינות אלו אינן יכולות לכלכל את אוכלוסייתן ברמת חיים סבירה, אבל דווקא אצלן יימשך הגידול. ההערכה היא שב־2050 כלל האוכלוסייה במדינות המפותחות והעשירות יפחת במיליון לשנה. במדינות הפחות מפותחות תגדל האוכלוסייה ב־13 מיליון, ובאלו העניות ביותר תגדל האוכלוסייה ב־19 מיליון. סך הגידול העולמי יהיה, לכן, 31 מיליון בני אדם בשנה. ההבדלים בקצב הגידול ישפיעו על הצבאות, החינוך, רמת החיים, ולמעשה – כמעט על כל תחום.

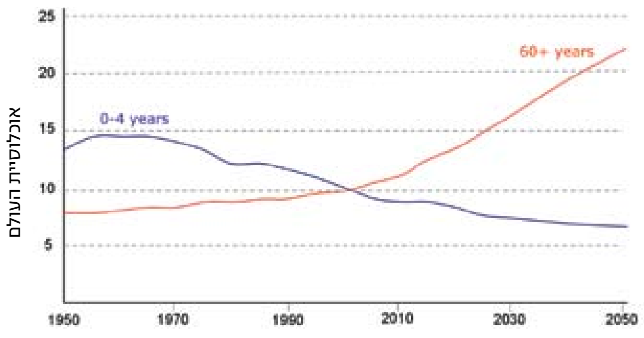
בעולם הנמצא במשבר אקלימי וכלכלי יש חשיבות לצבאות. ראו, למשל, את קבוצת הגיל 15–24, ממנה באים המגויסים לשירות חובה, כמו גם הסטודנטים באוניברסיטאות. השינוי החזוי בקבוצה זו בעולם כולו, מהיום ועד 2050, הוא גידול של כ־3% – במדינות העשירות תחול ירידה של 19%, על־פי התחזית, במדינות הפחות מפותחות יהיה גידול של 9%, ואילו ב־50 המדינות הנחשלות ביותר חזויה עלייה של 86% בקבוצת אוכלוסייה זו. למי יהיה יתרון אם תפרוץ מלחמה בין צבאות? היכן יתעוררו בעיות התעסוקה החריפות ביותר של צעירים? התשובה כתובה על הקיר.

המספר והשיעור היחסי של הקשישים יגדלו בכל מקום, תחילה <<

"המספר והשיעור היחסי של הקשישים יגדלו בכל מקום. מספרם של בני ‎+60 עומד להיות גדול פי 3.5 מזה של ילדים עד גיל 4. פירוש הדבר, בין השאר, שרק למיעוט בר־מזל מבני ‎+60 יהיו נכדים"

במדינות העשירות, ואחר־כך בעניות (כפי שמלמד גרף מס' 8). מכאן ואילך יהיה מספר המבוגרים גבוה ממספר הצעירים. מספרם של בני ‎+60 עומד להיות גדול פי 3.5 מזה של ילדים עד גיל 4. פירוש הדבר, בין השאר, שרק למיעוט בר־מזל מבני ‎+60 יהיו נכדים.

צונאמי הזדקנות האוכלוסייה כבר יצא לדרך. מספרם המוחלט של בני ‎+60 יגדל עד 2050 פי שלושה, ומספרם של בני ‎+80 יגדל פי ארבעה. הזדקנות האוכלוסייה היא נחלת המדינות העשירות והעניות כאחת. הגידול היחסי המהיר ביותר במספר הקשישים חל בחלק מהמדינות



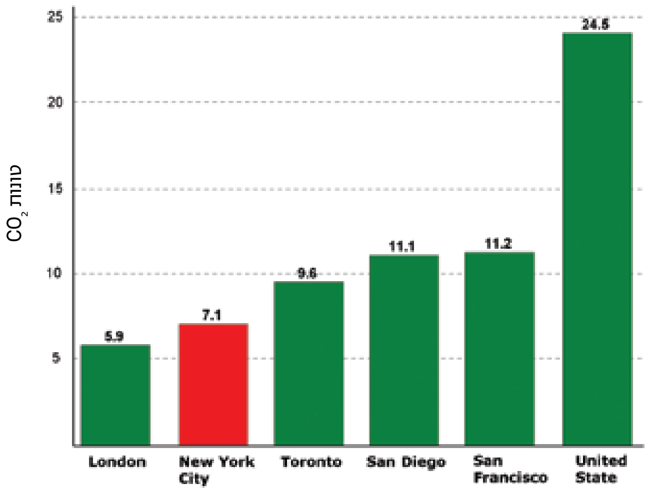
גרף מס' 8
מספרם של קשישים בני ‎+60 גדול מזה של ילדים בני 0־4

העניות ביותר, שקו ההתחלה שלהן היה נמוך ביותר, בעוד שהמספרים הגדולים ביותר של קשישים נרשמים במדינות המפותחות ביותר. ההזדקנות היא תופעה שלידתה בשתי הצלחות: פריון נמוך יותר וחיים ארוכים יותר. הפריון הנמוך מקטין את השיעור היחסי של הצעירים באוכלוסייה, והארכת תוחלת החיים פירושה קשישים רבים יותר. ניתוח כמותי מלמד, שתרומת הגורם הראשון להזדקנות האוכלוסייה גדולה יותר מזו של הגורם השני. אם שיעור הילודה נותר נמוך ושיעור התמותה נותר נמוך, הזדקנות האוכלוסייה היא בלתי הפיכה.

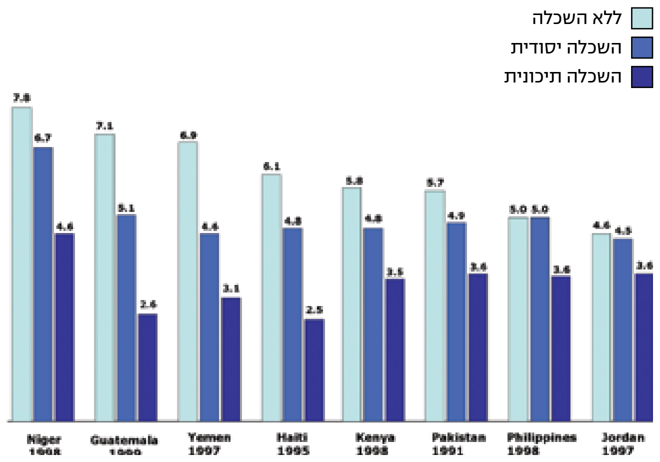
אין שום יסוד להסיק מהאמור לעיל, כי אנו נעים בהכרח לעבר אוכלוסייה של נכים־זקנים. שיעור אי־הכשירות מחמת גיל מבוגר דווקא פוחת. בחצי היובל האחרון יורד שיעור זה בארה"ב ב־0.2% לשנה. אלו הן חדשות מסעירות. גיל 60 הוא גיל 40 החדש, גיל 80 הוא גיל 50 החדש, גיל 100 הוא גיל 60 החדש. אנו משתפרים, והאוכלוסייה המשכילה משתפרת במיוחד. המסקנה: להרבות חינוך, להרבות השכלה. אין ספק שזו חלופה זולה יותר מהקמה ומהפעלה של מוסדות סיעודיים. השכלה והקפדה על אורח חיים בריא מוליכות לפוריות מתמשכת, לכשירות מתמשכת. שיעורי הנכות אצל מבוגרים פוחתים גם ביפן, שמחזיקה בשיא העולמי של תוחלת החיים, בטייוואן, בקוריאה ובמקומות אחרים.

ההזדקנות משפיעה על הסביבה. בארה"ב נמצא כי אנרגיית התעבורה שצורך משק בית פוחתת ככל שעולה גיל העומד בראשו. במקביל לכך, גדל השימוש באנרגיית מגורים לאדם. התופעה הזו קיימת לא רק בארה"ב. כך נמצא גם בסין ובהודו – שתי מדינות בהן חיים 40% מכלל האוכלוסייה בעולם. המסקנה: מבוגרים מבלים יותר בבתיהם, ויש לתכנן בניינים שיעילותם האנרגטית גבוהה יותר.

מ־2007 ואילך, לראשונה בהיסטוריה האנושית, מספר תושבי הערים



גרף מס' 9
פליטות גזי חממה לאדם בעיר ניו יורק שוות ל־29% מן הממוצע בארה"ב



גרף מס' 10
אחוזי ילודה בנשים ללא השכלה, השכלה יסודית, והשכלה תיכונית במדינות שונות

גדול ממספר תושבי הכפרים. מעולם לא היה לנו עולם עירוני כל־כך וקשיש כל־כך. האוכלוסייה הכפרית במדינות המפותחות והעשירות נמצאת זה מאה שנים בדעיכה מספרית איטית, ואילו האוכלוסייה העירונית גדלה. מעט אנשים מחוץ לערים יאכילו את רוב האנשים החיים בעיר.

מכמה בחינות, גידול הערים מיטיב עם הסביבה. למשל, בעיר ניו־יורק שיעור הפליטות של גזי חממה הוא 29% מן הממוצע בכל ארה"ב (כפי שמלמד גרף מס' 9). לונדון יעילה יותר מן הבחינה הזאת, אבל גם טורונטו, סן דייגו וסן פרנסיסקו טובות מהממוצע. צפיפות האוכלוסייה באזורים כפריים קטנה בהרבה, אבל שם צורכים כמויות אדירות של דלק פוסילי לייצור מזון ומוצרי צריכה ולתנועה בשטח. אנרגיית התעבורה לנפש גדולה הרבה יותר באזורים הכפריים. מתברר שככל שהצפיפות גדלה, שיעור הפחמן הדו־חמצני הנפלט הולך ויורד. בנוסף, מתן שירותים רפואיים קל יותר באזורים עירוניים. תשתית הבריאות הציבורית טובה בהרבה, וכך גם מערכות ההסברה, האזהרה, המניעה והבקרה.

הגידול בערים עשוי להשפיע על אספקת המזון. כיום, בערים חיה קרוב למחצית האוכלוסייה העולמית, אבל הן תופסות רק שלושה אחוזים משטח היבשה. רבות מהן יושבות על קרקע חקלאית משובחת, משום שבקרקע כזאת היו מלכתחילה עודפים של היצע מזון, ובני אדם נמשכו להתיישב בקרבת העודפים האלה. הקרקע החקלאית העומדת לרשותנו תופסת 10% משטח היבשה. אם הכפלת האוכלוסייה האנושית עד 2050 תוליך להכפלת השטח העירוני, יש חשש להפקעת קרקע חקלאית ממייצרי המזון. הבעיה אינה פשוטה, ויש להחליט איך לתכנן ולבנות את הכפלת הערים הצפויה. האם תהיה הכלה של הגידול בנוסח אמסטרדם, שמוקפת בחגורה ירוקה, או שמא ייבחר המודל של לוס אנג'לס, המשתרעת ללא סוף?

מה אנחנו יכולים לעשות?

במסגרת הדיון הנוכחי ובתחום הנושא שלנו יש מקום לדבר על שתי התערבויות אפשריות בנוגע לגודל האוכלוסייה: אמצעי מניעה והשכלה. אם, בניגוד לתחזית שהצגנו, שיעור הפריון הנוכחי יעמוד בעינו, האוכלוסייה העולמית תגיע ב־2050 ל־12 מיליארד. השיעור נמצא בירידה, ואנו צופים שיוסיף לרדת, ומכאן החיזוי של 9.2 מיליארד. צמצום גודל המשפחה בילד אחד בין ההווה ל־2050 פירושו הבדל בין 12 ל־9 מיליארד בני אדם בעולם בסוף התקופה.

בדרך־כלל, נשים משכילות מתחילות ללדת בגיל מאוחר יותר, יולדות פחות ילדים ומיטיבות לדאוג לילדיהן ולהגדיל בכך את שיעורי השרידות שלהם. ובכל מקום שמצויה השכלה באיכות גבוהה, נשים מחפשות אותה ומגיעות אליה בשל מכלול היתרונות שלה. גרף מס' 10 מלמד כי לנשים בעלות השכלה תיכונית יש פחות ילדים מאשר לבעלות השכלה יסודית בלבד או ללא השכלה. וההבדל הוא יותר מילד לאישה. כאמור, ילד אחד פחות לאישה מחולל פער של 3 מיליארד בני אדם בתחזיות לגודל האוכלוסייה העתידית.

100 עד 200 מיליון נשים במדינות מתפתחות וברפובליקות הסובייטיות לשעבר נזקקו ב־2000 לאמצעי מניעה ולא זכו להם. בקטגוריה זו כלולות נשים פוריות, פעילות מינית, שאינן משתמשות באמצעי מניעה ואינן רוצות ללדת לפחות במשך שנתיים. כן כלולות בה נשים בהריון או בהפסקת וסת לאחר לידה, שלא רצו בהריון ובלידה. העלות של שירותי מניעת הריון לנשים אלה היא 4 מיליארד דולרים לשנה, השקולים לעלות של שבוע מתוכנית החילוץ של הבנקים להשקעות שקרסו זה לא מכבר בארה"ב. שירותים כאלה יכולים לסכל 52 מיליון הריונות בלתי רצויים בשנה.

אבל השכלה עולה בחשיבותה על כל אמצעי מניעה אחר. משכילים יכולים ליצור הכנסה ולרכוש אמצעי מניעה, אם הם רוצים בהם. הם אינם נזקקים לתמיכות. ללא השכלה אי־אפשר אפילו להשתמש באמצעי מניעה בצורה מיטבית, ואין מוטיבציה לשימוש כזה. אם אנו דואגים לעולם בעתיד נדרשת לנו הסטה מכמות של ילדים לאיכות של ילדים, כפי שקרה וקורה בתרבויות רבות, אך לצערנו, לא בכולן. בעיות האוכלוסייה והאפשרויות לטיפול בהן אינן ממתינות לשנת 2050 הרחוקה ולממשל עולמי שיטפל בהן. הן רובצות לפתחנו ודורשות טיפול דחוף כבר היום. בכל בחירה שאנו עושים, קניית חולצה מניילון או מכותנה למשל, אנו יכולים להשפיע. כל מעשה שלנו קובע, ועלינו לפעול כדי שילדינו יוכלו לחיות כאן ב־2050. ■

המאמר מבוסס על הרצאה שניתנה לאחרונה בירושלים.

פיטר ברויגל (1569–1525), צייר פלמי, מגדולי אמני הרנסנס. בציוריו טיפל בחיי הטבע והאיכרים, בסיפורי התנ"ך ובמעמד האדם מול הטבע והאל. שניים מציוריו, המתארים מיתוסים מפורסמים, רלוונטיים גם לעידן האנרגיה־צריכה־אקלים שבו אנו עוסקים

נפילתו של איקרוס.

הגיבור האמיתי בסיפור כלל אינו מופיע בתמונה. בפינה הימנית התחתונה, קרוב לקו החוף, אנו רואים את רגליו מפרפרות, שניות אחדות לפני שיטבע וייעלם. רגעים ספורים בלבד קודם לכן, שיכור מתחושת חופש מוחלטת, ריחף באוויר, נשא את עיניו אל על והאמין שהוא, איקרוס הנער הקטן, הצליח להשתחרר מכל עול ומכל מגבלה, ואין כוח שימנע בעדו מלהתרומם ולעוף הלאה, גבוה מכאן, בדרך אל האושר.

מינוס, מלך כרתים, כלא את איקרוס ואת אביו דדלוס, כדי שלא יגלו לעולם את סודות המבוך שבנה האב, אך תושייתו של דדלוס, ומה שבמונחים מודרניים היינו מגדירים כיכולתו הטכנולוגית והמדעית – אפשרו לשניים להימלט ולהשתחרר. הנה הוא דדלוס, מדביק בדונג נוצות של ציפורים זו אל זו עד ליצירת ארבע כנפיים ענקיות, ובשילוב עם הזרועות האנושיות, שלו ושל בנו, מצליח לחקות את תנועת הציפורים. ברגע מופלא אחד מתגבר בן אנוש על מגבלותיו הטבעיות, והוא מרחף מעל לחומות הכלא ויוצא למסע חדש של כיבושים.

בניגוד לבנו, האב דדלוס מבין היטב את מגבלות המצאתו. לא אלים ולא בני אלים אנחנו, הוא מנסה להסביר לבנו, **אל תנסה לעוף נמוך מדי, כי מי הים יפגעו בנוצותיך. אל תנסה לעוף גבוה מדי, כי השמש החמה תמיס את כנפיך**, דע את כוחך והישמר לך מן הגאווה. אולם איקרוס מסרב לשמוע. ההצלחה מעבירה אותו על דעתו. הוא מסתכל למעלה, אל עבר השמש, וטס לעברה בגאווה ובביטחון בלי להבין כי הוא ממריא היישר אל מותו. הטבע גובר על הטכנולוגיה.

הרבה פרשנויות ניתנו למיתוס זה, שאינו עוסק בטבע אלא בטבע האדם. העלילה הטרגית של איקרוס איננה מיתוס של רוחניות, העוסק בשאיפתו של האדם להרחיב את גבולות ידיעתו, הכרתו או כוחו, אלא סיפור ארצי ואנושי, על אדם שתחושת העוצמה וההצלחה סוחפת אותו אל אובדנו. בתורת הניהול מדברים על "פרדוקס איקרוס", שלפיו דווקא הצלחה גדולה עלולה להביא לידי כישלון. ככל שמנהל מצליח יותר, כך גובר ביטחונו העצמי והוא מתעלם מן המוקשים והקשיים הזרועים בדרכו, ומן הנזקים שהוא עצמו גורם בגאוותו – עד שאלה גוברים עליו ומרסקים אותו באחת.

בציורו המפורסם, ברויגל בחר להתעלם מאיקרוס בעל הכנפיים והגאווה. הוא העדיף להתרכז בטבע הסוער ובאדם הפשוט המתקיים בתוכו. הרחק מלמעלה מציצה בציור השמש מתוך חשרת עננים מאיימת, ולמטה גועש הים. שלושה בני אדם נראים בקדמת התמונה: למטה מימין גוחן גבר, כנראה דייג, עם רשתו אל המים. מעליו ניצב רועה עם עדר כבשים, ובמרכז חורש האיכר את אדמתו, תלם אחר תלם. שלושת האנשים האלה, היודעים את יכולתם ומגבלותיהם, מוציאים את כל צורכי קיומם מן הארץ.

מגדל בבל.

שלא כאיקרוס, שרצה רק להיחלץ מכבליו, בני האדם בסיפור מגדל בבל התיימרו לגעת בשמים ממש. גם במיתוס הקדום הזה מתחברת הטכנולוגיה עם רוח האדם. אמנם לא ברור לנו מה קדם למה – שאיפת ההתפשטות האנושית או הטכנולוגיה המאפשרת התפשטות כזו – אך הסיפור המקראי רומז שראשית למדו בני האדם ללבן חומר ללבנים. עתה, משנרכשה הידיעה, התעוררה בעקבותיה מיד גם התשוקה לעוצמה.

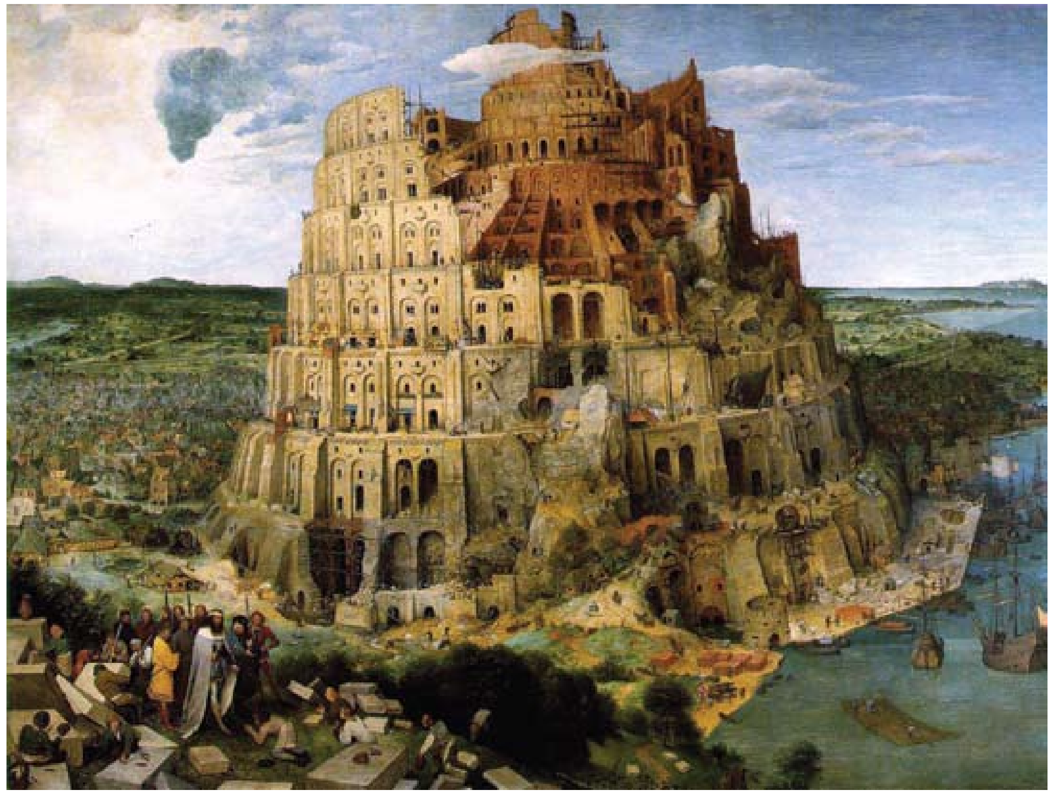
המגדל שראשו בשמים הוא אולי הסמל המובהק ביותר לניסיונו של האדם להשתלט על הטבע. והלוא אין מדובר בצורך אמיתי: הביטו אל שולי המגדל והמרחב שמאחוריו בציור, ותראו את בתי העיר הגדולה שבני האדם חיו בהם – בתי קומות רגילים, מותאמים למגורים אנושיים. אכן, המגדל לא נועד לשימוש. הוא מבקש להתריס. הוא מצהיר קבל עולם, ויותר מכל כלפי האל: הבט בנו. אנחנו כאן. קרוב. ואנחנו מסרבים בתוקף להישאר נחותים ממך. בפינה השמאלית התחתונה משתחווים בהכנעה אחדים מן העובדים העוסקים בבניית המגדל בפני המלך, ואולי בפני מנהל הבנייה המגיע לביקור. בני אדם, לא אלים כל־יכולים, הם שליטי המגדל.

ברויגל הטמיע בציור המגדל את השקפת עולמו על האדם. היצירה האנושית, הוא האמין, לעולם איננה סימטרית. גם לא שלמה או מושלמת. בני האדם אינם מבינים מה כוחם האמיתי. הם משתעבדים לתאווה, ובגאוותם משלים את עצמם כי הם עומדים מעל לטבע, בדרגה אחת עם האל. איקרוס הוא רק נער שאיבד את חוש המידה ונענש על־ידי הטבע. לעומתו, בוני המגדל יצאו למסע כיבוש מודע ומכוון. התאגדות של בני אדם רבים, שיחד, כקבוצה, מנצלים את שכלם ואת יכולתם הטכנולוגית להשתלט על העולם. מולם כבר מתייצב האל בכבודו ובעצמו. אלוהים מוטרד מקרבתם המאיימת של בני האדם – "**ועתה לא נבצר מהם כל אשר יזמו לעשות**" – ופוגע דווקא ביכולת ההתקשרות ושיתוף הפעולה שלהם. מיתוס מגדל בבל הוא איתות מהאל אל האדם, אות אזהרה המסמן את גבולות הכוח והאפשרי – על האדם לדעת את מקומו ביקום.

בשער ספרו "חם, שטוח וצפוף" משתמש טום פרידמן בציורו המפורסם של הירונימוס בוש, "**גן התענוגות הארציים**", המתאר את גן העדן והגיהנום. בוש השפיע מאוד על ברויגל. בציוריו עסק רבות בשאלות של מוסר ובמקומו של האדם בטבע ולנוכח האל. בצידו האחד של הציור, "גן התענוגות", נערים ונערות עירומים מבלים בנוף של טבע מופלא, ואילו בצידו השני – הגיהנום שאליו יגיעו החוטאים.

בשני המיתוסים הגדולים, זה של איקרוס וזה של מגדל בבל, קובע ההיבריס – חטא הגאווה האנושית שאינה יודעת שובעה – את המרחק בין גן העדן לבין הגיהנום. זה גם הרמז הטמון בבחירה של פרידמן להציג את ציורו של הירונימוס בוש. כל עוד ישכילו בני האדם להעריך את מקומם בטבע, כל עוד יידעו להתאים את עצמם לסביבה – הם יישארו בגן העדן. אך אם ישגו בגאוותם ויאמינו כי לעוצמתם אין גבול, כי הם גדולים מן החיים, כי הם כל־יכולים – תוביל אותם הדרך ישירות אל הגיהנום.

"נפילתו של איקרוס", פיטר ברויגל, 1558



"מגדל בבל", פיטר ברויגל, 1563

דדלוס האב: "הינשא באמצע על כנפיך, אל תשפילן בעופך פן תרטיב נוצותיך במים, אל תגביה מרום פן תלהטנה בלהט השמש!" ...פתע חדוות המעוף הנועז סחפה את הנער ויעזוב מנהיגו כי נחשף לגובהי הרקיע, ויינשא למרום. אך קרב במעופו אל השמש חיש תרכך את קשרי אברותיו, את דונג הניחוח, פג ונמס הדונג... זרועות ללא אבר הניע... שווא יצעק אל אביו, אל תכלת הים הוא צונח".
(דדלוס ואיקרוס. "מטמורפוזות", אובידיוס. תרגום: שלמה דיקמן)

הפרשנות של אודן:
בְּאִיקָרוּס שֶׁל בְּרוֹיְגֶל, לְמָשָׁל: אֵיךְ הַכֹּל
מִתְעַלְּמִים מִן הָאָסוֹן, וַאֲפִלּוּ בְּנַחַת.
הָאִכָּר עִם הַמַּחֲרֵשָׁה אֶפְשָׁר שֶׁשָּׁמַע אֶת
הַגּוּף הַנֶּחְבָּט בַּמַּיִם, אֶת זַעֲקַת הַשֶּׁבֶר, אַךְ
בִּשְׁבִילוֹ לֹא הָיְתָה זוֹ מַפָּלָה רְאוּיָה לְצִיּוּן.
הַשֶּׁמֶשׁ מִלְּאָה חוֹבָתָהּ, מְאִירָה אֶת הָרַגְלַיִם
הַלְּבָנוֹת הַנֶּעֱלָמוֹת בְּתוֹךְ הַמַּיִם הַיְּרֻקִּים.
וּסְפִינַת פְּאֵר עֲנֻגָּה, שֶׁלָּבֶטַח רָאֲתָה מַחֲזֶה
שֶׁלֹּא יֵאָמֵן, נַעַר נוֹפֵל מִן הַשָּׁמַיִם, הָיְתָה
בְּדַרְכָּהּ לְאֵי־שָׁם וְהִמְשִׁיכָה לָשׁוּט עַל מֵי
מְנוּחוֹת. (קטע מ־"Musee des Beaux Arts", ויסטן יו אודן. תרגום: מאיר ויזלטיר)

בראשית, פרק י"א, פסוקים א'־ט':
וַיְהִי כָל הָאָרֶץ שָׂפָה אֶחָת וּדְבָרִים אֲחָדִים.
וַיְהִי בְּנָסְעָם מִקֶּדֶם וַיִּמְצְאוּ בִקְעָה בְּאֶרֶץ
שִׁנְעָר וַיֵּשְׁבוּ שָׁם. וַיֹּאמְרוּ אִישׁ אֶל־רֵעֵהוּ
הָבָה נִלְבְּנָה לְבֵנִים וְנִשְׂרְפָה לִשְׂרֵפָה; וַתְּהִי
לָהֶם הַלְּבֵנָה לְאָבֶן וְהַחֵמָר הָיָה לָהֶם לַחֹמֶר.
וַיֹּאמְרוּ הָבָה נִבְנֶה לָּנוּ עִיר וּמִגְדָּל וְרֹאשׁוֹ
בַשָּׁמַיִם וְנַעֲשֶׂה־לָּנוּ שֵׁם פֶּן נָפוּץ עַל פְּנֵי
כָל הָאָרֶץ. וַיֵּרֶד ה' לִרְאֹת אֶת־הָעִיר וְאֶת־
הַמִּגְדָּל אֲשֶׁר בָּנוּ בְּנֵי הָאָדָם. וַיֹּאמֶר ה' הֵן עַם
אֶחָד וְשָׂפָה אַחַת לְכֻלָּם וְזֶה הַחִלָּם לַעֲשׂוֹת;
וְעַתָּה לֹא יִבָּצֵר מֵהֶם כֹּל אֲשֶׁר יָזְמוּ לַעֲשׂוֹת.
הָבָה נֵרְדָה וְנָבְלָה שָׁם שְׂפָתָם אֲשֶׁר לֹא יִשְׁמְעוּ
אִישׁ שְׂפַת רֵעֵהוּ. וַיָּפֶץ ה' אֹתָם מִשָּׁם עַל־פְּנֵי
כָל־הָאָרֶץ וַיַּחְדְּלוּ לִבְנֹת הָעִיר. עַל־כֵּן קָרָא
שְׁמָהּ בָּבֶל, כִּי־שָׁם בָּלַל ה' שְׂפַת כָּל־הָאָרֶץ
וּמִשָּׁם הֱפִיצָם ה' עַל־פְּנֵי כָּל־הָאָרֶץ

בניין קופן, סאן-פאולו, ברזיל / צילום: טוקה ויאירה Tuca Vieira

שלמה חסון

ואף על פי כן אינו שטוח

העולם אולי הופך חם וצפוף, אבל בהחלט לא שטוח. למרות הגלובליזציה, למרות הטכנולוגיה ורשת האינטרנט, הפערים רק מתרחבים. הכלכלה הגלובלית הולידה ערי ענק שמניעות את הייצור והצריכה העולמיים. מיליוני בני אדם נעים ברגע זה מבתיהם אל ערים אלו, בניסיון נואש למצוא פרנסה. רובם יישארו בשכונות העוני ללא כל תקווה

■ בשנת 2008, לראשונה בתולדות המין האנושי, התגוררו מחצית מתושבי כדור הארץ בערים. במדינות המפותחות נרשם שיעור עיור ממוצע זה כבר בשנת 1953. המדינות הפחות מפותחות יגיעו אליו רק בשנת 2019, אבל המגמה ברורה: העולם נעשה עירוני ועיקר הגידול העירוני צפוי להתרחש במדינות המתפתחות. עד שנת 2050 עתידים להתווסף כשלושה מיליארד תושבים לערים במדינות המתפתחות (לעומת כ־200 מליון במדינות המפותחות). ההערכות מדברות על כחמישה מיליארד איש שיחיו בערים גדולות בשנת 2030.

מספר הערים בעולם גדל, אבל התופעה המרשימה היא היווצרות "ערי העל". תושבי הכפרים, האזורים החקלאיים והפריפריות אינם עוברים סתם כך אל עיר המחוז הקרובה, אלא נוטים לנדוד אל המרכז המסחרי, התרבותי והכלכלי של מדינותיהם. במהלך תהליך העיור מתרכזים המהגרים במספר מצומצם של ערים גדולות, שהופכות לערי ענק המייצרות חלק גדול מהתוצר הלאומי.

בשנת 1800 היתה לונדון העיר הגדולה בעולם עם מיליון תושבים. מספר ערי הענק שבהם חיו מעל לעשרה מיליון תושבים עלה מחמש ערים בשנת 1975 ל־14 בשנת 1995. על־פי הערכות האו"ם, עד שנת 2015 צפוי מספר ערי הענק לגדול ל־26

מדובר בנדידת אוכלוסין בקנה־מידה עצום, שמשנה באורח דרמטי את המבנה החברתי ואת אורחות החיים, התא המשפחתי, הרגלי התעסוקה, הצריכה, החינוך ומעמד האישה. העיר הגדולה מציעה הבטחה והגשמת חלום – אפשרות של העלאת רמת החיים באמצעות הגדלת ההכנסה, הבטחת שירותי בריאות, חינוך ראוי לילדים והזדמנויות תרבותיות. התוצאה היא שמיליוני צעירים ברחבי העולם עוזבים את משפחותיהם ואת אורח החיים שאליו נולדו, יוצאים אל פרברי הערים הגדולות ומנסים שם את מזלם. התופעה הזו אפיינה את כל המאה ה־20 והגיעה לשיאה במעבר אל המאה ה־21.

בספרו "**העולם הוא שטוח**", טען טום פרידמן כי המהפכה הטכנולוגית שיטחה את מגרש המשחקים הכלכלי העולמי ואיפשרה למאות מליוני אנשים נוספים להצטרף למעגל הייצור והצריכה. מהפכת העולם השטוח מבוססת על תקשורת מחשבים, רשת אינטרנט, מסחר מרחוק וכלכלה גלובלית חדשה, המאפשרת לתושבי כפר הודי קטן ומרוחק לייצר תוצרת מבוקשת ולמכור את כוח העבודה שלו בארצות־הברית או באירופה.

עולם שטוח, לפחות לכאורה, מאפשר לכל אחד, ללא הגבלות מרחק ומיקום, להצטרף לחגיגה העולמית. אין יתרון מהותי לצעיר המתגורר בשיקגו על זה המתגורר בכפר מרוחק בסין. אולי להיפך, עלות שכרו הנמוכה של הצעיר הסיני עלולה לגרום לאבטלה של הצעיר בשיקגו. כלכלת המידע והיווצרות חברה חדשה המכונה חברת הרשת, מאפשרות מרכזי ייצור רחוקים מהערים הגדולות, שיגרמו בטווח הארוך להקטנת התנועה אל הערים ולפריסת אוכלוסיית העולם על מרחבים גדולים יותר. פרידמן מדבר על מגרש משחקים עולמי שטוח, שבו כבר אין יתרון לקבוצה אחת נבחרת.

הניתוח שלו נשמע יפה והגיוני, אבל אני מנתח את הנתונים והתהליכים בצורה שונה ובמידה רבה הפוכה. בעולם אכן מתחולל שינוי מהפכני ומהותי, אבל העולם אינו נעשה באמת שטוח.

אני קורא למגרש המשחקים החדש "**התרשתות מרוכזת**". מדובר בשינוי גיאוגרפי ודמוגרפי, שבו מאוגדים ברשת אחת (וירטואלית ופיזית) הרבה יותר אנשים – אבל באותה רשת ממשיכים להתקיים מרכזי כוח מהותיים שממשיכים לשלוט, לכוון ולהפעיל את הרשת כולה. המבנה

>>

<< העולמי החדש אינו יוצר שוויון. לצד הגדלה משמעותית של המעמד הבינוני, הוא מעמיק את הפערים החברתיים־כלכליים ומייצר ריכוז חסר תקדים של עוני עירוני המשולב בשנאת הזר והשונה. זהו תהליך של עיור מתגבר, שבמהלכו עובר העולם תהליך של חיבור ומגע מצד אחד, ותהליך של פיצול ומאבק בין כל השחקנים במרחב מצד שני.

לא שטוח – מרוכז ומקוטב

תהליכי הגלובליזציה והחדשנות הטכנולוגית גרמו לעלייה מתמדת בפריון הייצור בעולם והובילו לניידות גלובלית של הון ועבודה ולשיטות ניהול גמישות. נתונים אלה איפשרו את ההכרזה על "מות הגיאוגרפיה". במציאות קרה בדיוק ההיפך. דו"ח הבנק העולמי משנת 2009 מראה כי הייצור הכלכלי מתרכז במספר מצומצם יחסית של ערים נבחרות בעולם. המהפכה הטכנולוגיות והאינטגרציה הכלכלית קירבו ערים נבחרות אלה זו לזו, הן מקושרות היטב ביניהן, נמצאות במגע תמידי האחת עם חברותיה, אבל מרוחקות ולעיתים אף מנותקות מסביבתן הגיאוגרפית הקרובה.

ערים אלו נמצאות בקודקוד הפירמידה הכלכלית העולמית. הן מכונות "**ערי עולם**" ומתאפיינות בריכוזיות של פעילות כלכלית, של כוח עבודה מיומן, של מוקדי מידע ותקשורת, של פעילות תרבותית והשפעה על סדר היום הפוליטי העולמי. המגזין "פוריין פוליסי" מגדיר ערים אלו כמנועי הצמיחה של מדינותיהן. בפועל, הן אלה שמניעות היום את הכלכלה העולמית. סיפור הגלובליזציה הוא במידה רבה סיפור התפתחותן וצמיחתן של ערים אלו.

הדבר המרתק מבחינה גיאוגרפית היא הפריסה הסלקטיבית של "**ערי העולם**". הן ממוקמות בעיקר במערב ומזרח ארה"ב, במערב אירופה, ובדרום־מזרח אסיה. בראש המערכת העירונית העולמית מצויה העיר ניו־יורק ואחריה, לונדון, פריז, וטוקיו. הונג־קונג וסינגפור תופסות את המקום החמישי והשביעי. בייג'ינג ושנחאי את המקום ה־12 וה־20 ודובאי את המקום ה־27. אין "ערי עולם" בחלקים גדולים של העולם, ובכלל זה אין ערים כאלו במרכז ארה"ב, באמריקה הלטינית, באפריקה וברוסיה. במזרח התיכון למשל ניתן למצוא את תל־אביב, קהיר, איסטנבול ודובאי. ערי העולם הן מרכזי הכלכלה העולמיים החדשים. מולן (ולמעשה לצידן), גם בעולם שטוח, ממוחשב ומחובר לאינטרנט, מתקיימים חיים פריפריאליים של עוני, נחשלות ופיגור. הפערים לא רק שלא הצטמצמו, הם מתרחבים.

התהליך שהתרחש, היווצרות "ערי על" ומציאות של קיטוב כלכלי־מרחבי, עומד בסתירה מוחלטת לתיאוריית המודרניזציה ולתיזת ההתכנסות שרווחה משנות ה־70. תיאוריה זו, שקישרה בין מודרניזציה לעיור, טענה כי כל המדינות עתידות לעבור פחות או יותר את אותו רצף של שלבים במהלך התפתחותן ממשק מתפתח למפותח.

המודל תיאר השפעות חיוביות של העיר המרכזית על סביבותיה. מרכז עירוני המזין את הפריפריה הקרובה והרחוקה, מספק לה שוק למכירת הסחורות, מקומות עבודה ומרכז תרבותי. באמצעות רשת מדורגת של ערים ורשת תחבורה יעילה, תתרחש התפשטות של שירותים ומסחר, במעגלים, מערי המרכז דרך הסביבה הקרובה אליהן, אל הפריפריות ועד לפאתי המדינה ולאזורי הספר שלה. המודל הבטיח יצירת איזון עדין של שיווי משקל וצמיחה בין כל האזורים.

נתונים המתפרסים על מאה שנה מראים את חולשת המודל. הפערים בין אזורים (מרכז ופריפריה) לא קטנו, אלא דווקא הלכו והעמיקו. גם הריכוזיות גדלה. הזליגה מהמרכז לפריפריות לא התרחשה. התפתחות כלכלית מואצת נרשמה רק באזורים הסמוכים למוקדי הצמיחה – האזורים המטרופוליניים הגדולים. במדינות המתפתחות התבטאה התוצאה בהיווצרות מספר קטן יחסית של ערים גדולות, שבהן מיוצר רוב התוצר הלאומי. חלקים אחרים של מדינות אלו נזנחו ונותרו מאחור.

התברר שלערים גדולות ומרכזיות יש יתרונות שלא ניתן לייצר להם תחליפים בפריפריה. בערים אלה יש ריכוז של הון אנושי, מוסדות להשכלה גבוהה, שירותים פיננסיים, שירותי בריאות ותשתיות פיזיות מפותחות. יתרון ראשוני זה הולך וגדל לאורך זמן וגורם למשיכת עוד השקעות ולכניסת כוח אדם איכותי. התוצאה היא מעגל קסמים שבו מי שיש לו מקבל עוד, ומי שאין לו נותר מאחור.

האם הטכנולוגיה המתקדמת וכלכלת הרשת ישנו את התמונה? הן אכן מאפשרות חליפין וצריכה כמעט ללא התחשבות במרחק. ניתן להזמין מוצרים, לשלוח רעיונות, לקרוא, לאבחן ולבצע חלקים של העבודה ללא התחשבות במיקום הגאוגרפי. אבל, וכאן ההפתעה הגדולה, מה שנכון לתחומי המסחר והצריכה ולתחומי ייצור מסוימים אינו נכון לתחום הייצור בכללותו. מסתבר שדווקא בעידן הגלובליזציה הפך הייצור למרוכז וממוקד יותר. הנטייה הכלכלית כיום מצביעה על התקבצות של מפעלים למספר מצומצם יחסית של ריכוזים. מתברר כי תהליך הייצור (בשונה מתהליך המסחר הבינלאומי) נזקק לתשתיות, הון אנושי, שירותים פיננסיים, אנרגיה, מרכזי שירות וגורמים נוספים המצויים במספר מצומצם של מקומות אסטרטגיים – בעיקר בערים גדולות. המרחק הגיאוגרפי מופיע לכן בשני אופנים שונים בתכלית: כמרחק יחסי הנמדד על־ידי היכולת להתקשר ולסחור (עולם כמעט פתוח ושטוח), וכמרחק אבסולוטי הנמדד על־ידי קרבה במטרים ובקילומטרים בין מרכזי הייצור והמשאבים הדרושים להם (עולם ממורכז והיררכי). התוצאה היא מרחב שטוח מבחינת תהליכי חליפין ומרחב היררכי מבחינת תהליך הייצור.

מהגרים אל העוני

התוצאה הבלתי נמנעת היא הגירה בהיקף נרחב מאזורי השוליים והפריפריות לעבר מוקדי הצמיחה ו"ערי העל". ההגירה מתנהלת ברמה עולמית ממדינות מתפתחות למפותחות, וברמת המדינה מאזורים נחשלים לאזורים מפותחים ולערים המרכזיות. במדינות הנמצאות בעיצומו של תהליך העיור – כמו סין, הודו ומדינות באפריקה שמדרום לסהרה – ההגירה היא מהכפר אל העיר. במדינות המפותחות – מאזורי השוליים (ערי מחוז ויישובים כפריים) לעבר מוקדי הצמיחה – ערי העל.

"המבנה העולמי החדש אינו יוצר שוויון. לצד הגדלה משמעותית של המעמד הבינוני, הוא מעמיק את הפערים החברתיים־כלכליים ומייצר ריכוז חסר תקדים של עוני עירוני המשולב בשנאת הזר והשונה. זהו תהליך של עיור מתגבר, שבמהלכו עובר העולם תהליך של חיבור ומגע מצד אחד ותהליך של פיצול ומאבק בין כל השחקנים במרחב מצד שני"

מהלך ההגירה העולמי יוצר מעמד בינוני חדש, שבמדינות כמו סין והודו מונה היום מאות מיליונים.

המעמד הבינוני החדש צורך רמת חיים "אמריקאית". לצד מרחבי עוני הצומחים בצמוד ובתוך הערים, נבנות כיום במדינות המתפתחות שכונות ענק בסגנון אמריקאי ואירופי. חלקן שכונות למעמד בינוני וחלק אחר למתעשרי הגלובליזציה. במאמר ב"וול סטריט ז'ורנל" מאוקטובר 2007 הופיע תיאור של שכונה חדשה בבייג'ינג: "**שכונה שכל אחד מבתיה עולה חמישה מיליון דולר ומשתרע על 1,400 מטר, עם בתי פאר הדומים לטירות בצרפת, פסלי מלאכים בשערי הכניסה, נברשות קריסטל ומטבחים בסגנון מערבי**".

לצד כל משפחה שמצליחה "להגיע", יש כמה משפחות שנכשלות. אלה ביצעו את המעבר לעיר ונשארו בשוליים. במדינות המתפתחות מתגורר חלק גדול מהמהגרים בסלאמס, שכונות העוני. בערי אמריקה הלטינית, שבהן שיעורי העיור גבוהים, מרוכז רוב העוני בערים הגדולות. אחד הביטויים לעוני העירוני הן הפבלות, משכנות העוני שבשולי הערים ולעיתים אף במרכזן. במדינות אפריקה שמדרום לסהרה, העוני הוא עדיין תופעה כפרית, אך בשל ההגירה רחבת ההיקף לעיר הופך העוני אט־אט לתופעה עירונית. קרוב ל־70 אחוז מכלל האוכלוסייה העירונית בערים אלה מתגוררים במשכנות עוני. משכנות עוני בהיקף נרחב מצויים בהודו, ואילו בסין מתגוררים המהגרים בשכונות דלות שבשולי העיר.

התנאים הקשים אינם מרתיעים את המהגרים. אלה מרגישים שאם לא יגיעו לעיר הגדולה – לא ישרדו. מומבאי ודלהי קולטות מדי יום אלפי מהגרים. בערי המדינות המפותחות נוצרו ריכוזים גדולים של פועלים זרים . פועלים אלה מספקים את הביקוש לעובדים בענפים ובתעסוקות מסורתיות. התוצאות הן שוק עבודה מפוצל ופערים כלכליים בין העובדים בעלי השכר הגבוה בענפי הפיננסים וההיי־טק ובין העובדים הזרים המועסקים בשכר נמוך. מדובר בעובדים המקובעים למקצוע אחד ונפלטים ממנו עם השתנות הטכנולוגיה והתמורות בתעסוקה. כך למשל חלק גדול מהעובדים התורכיים ברובע קרויצברג בברלין, שיובאו בשנות ה־60 כפועלים בענפי התעשייה מסורתית, הם מובטלים בעידן תעשיות ההיי־טק. הפערים אינם דבר חדש. מה שחדש הוא עוצמת הפערים וקצב התרחבותם.

כמה זיהום יוצרים 20 מיליון תושבי עיר?

הערים הופכות צפופות וקשות למחייה. תשתיות השירותים (כבישים, מים, ביוב) לא מסוגלות לספק את הדרישה הגוברת וקורסות. "ערי העל" החדשות סתומות תחבורתית, מזוהמות וצורכות אנרגיה מזהמת. כמויות הזבל שמייצרת "עיר על" מערבית הן מדהימות. בנוסף, מתרחבים גילויי האלימות והחיכוכים בין קבוצות תרבותיות. החיים בעיר הופכים קשים וכתוצאה מכך מעדיפים חלק מהעשירונים העליונים לעבור להתגורר בשולי הערים. גם מפעלי היי־טק ומרכזי קניות מעדיפים להתמקם בקרבת העיר ולא במרכזה.

כך נוצרת ישות חדשה – אזורים מטרופוליניים רחבי־ידיים, מעין גלקסיות המאגדות בתוכן מספר ערים מרכזיות. אזורים אלה מתפקדים כמערכת אחת, שמרכיביה קשורים זה בזה בקשרי מגורים, תעסוקה, צריכה, שירותים ותחבורה. בחירת מקום מגורים או מקום תעסוקה אינם נעשים יותר תוך התייחסות לאפשרויות הקיימות בעיר, אלא לאלה הקיימות במרחב המטרופוליני. המטרופולין הדיח את העיר כיחידה כלכלית, חברתית ותרבותית רלוונטית.

לכן, בהערכת הגדלים של היחידות העירוניות, מן הראוי לבחון את גודל האזור המטרופוליני ולאו דווקא את גודל העיר. האזור המטרופוליני הגדול בעולם הוא זה של טוקיו המונה 32 מיליון תושבים. אחריו באים אזורי המטרופולין של סיאול ומקסיקו־סיטי עם קרוב ל־20 מיליון, במקום הרביעי והחמישי מצויים המטרופולין של העיר ניו־יורק ומומבאי עם קרוב ל־19 מיליון, ובמקום העשירי המטרופולין של שנחאי עם קרוב ל־17 מיליון תושבים. דיווחים שונים מלמדים כי חלק גדול מהמהגרים פונה כיום דווקא לפרברים שבהם מרוכזים מקומות התעסוקה הראשיים. בארה"ב הובילו תהליכים אלה לדעיכה של העיר המרכזית. באירופה, היה התהליך פחות חריף. בסין מוציאות הערים חלק מהפעילות לאזורים הכפריים הסמוכים או לערי המחוז. ערים מרכזיות בהודו מקימות בקרבת העיר הוותיקה עיר חדשה ובה מפעלים מתקדמים ומגורים ברמה גבוהה.

אזורי המטרופולין הם מוקד לפגיעה סביבתית עקיפה. ההגירה לעיר מלווה בעליית רמת החיים, הגוררת בעקבותיה עלייה ברמת הצריכה. אחת התמורות הבולטות המלווה את העלייה ברמת החיים היא הגידול בביקוש לחומרי גלם ולמזון במדינות מתפתחות. מדינות אלה שהיו בעבר יצואניות של חומרי גלם ומוצרים חקלאיים הן המייבאות הגדולות שלהם >>

"נוצרו ערים המכונות 'ערי עולם' המתאפיינות בריכוזיות של פעילות כלכלית, כוח עבודה מיומן, מוקדי מידע ותקשורת, פעילות תרבותית והשפעה על סדר היום הפוליטי העולמי. ערים אלה הן מרכזי הכלכלה העולמיים החדשים, ומולם (ולמעשה לצידם), גם בעולם שטוח, ממוחשב ומחובר לאינטרנט, מתקיימים חיים פריפריאליים של עוני, נחשלות ופיגור. הפערים לא רק שלא הצטמצמו, הם מתרחבים"

כיום. דגם הצריכה האמריקאי הפך למודל מנחה לבני המעמד הבינוני החדש בסין ובהודו. התוצאה היא לחץ עצום על המשאבים המתכלים, חומרי הגלם והשירותים. כדי לספק ביקושים אלה, מגדילה המדינה כולה את צריכת האנרגיה ואת פליטת גזי חממה לאטמוספירה. העיר גם פוגעת במרחב ההולך וגדל סביבה, משתלטת על שטחים ירוקים ומחסלת את המגוון הביולוגי הנחוץ להמשך קיומו של המין האנושי. את התוצאות חשים מיד כאשר נוסעים בכבישי הערים הגדולות בהודו או בסין. בערים רבות בסין לא ניתן לראות יותר שמיים כחולים או עצים. המחיר הבריאותי כבר מתדפק על דלתה של המדינה.

המודעות העולמית הגוברת למשבר הסביבתי והאקלימי שמאיים על עתיד העולם, יחד עם הרצון לשפר את איכות החיים בעיר, מחייבים את הערים הגדולות לפעולה. המטרה המרכזית היא הפחתת השימוש במכוניות, באנרגיה מזהמת ומעבר לבנייה ירוקה. לשם כך יש לייצר תחבורה ציבורית יעילה, להקטין את שטח פריסת העיר ולבנות בצפיפות גבוהה יותר מכפי שהיה נהוג בעבר. בערים רבות תיאסר בעתיד כניסת רכב פרטי למרכז. מגמת העבודה מהבית תתרחב ותקטין את התנועה מאזורי המגורים למרכזי הייצור.

בנייה בצפיפות גבוהה אין פירושה בהכרח בנייה לגובה רב. ניתן להגדיל את הצפיפות על־ידי הגדלה של אחוזי הבנייה בשטח נתון. דוגמה מרתקת לניסיון כזה היא עיר המודל, **ארקוסנקטי** באריזונה שבארה"ב, שעיצב האדריכל פאולו סולריי. הפרויקט נועד לאכלס בבניין ענק אחד קהילה בת 5,000 נפשות. התנועה בעיר האנכית תיעשה באמצעות מעליות, מדרכות נעות, קרוניות חשמל, אופניים וברגל. בכך מקווים להפחית באופן משמעותי את הזיהום הסביבתי, בזבוז הזמן והמשאבים הנוצרים כתוצאה משימוש במכוניות ובדלק. הבניין עדיין בשלבי בנייה, והתושבים עצמם בונים אותו.

ניסיון מרתק אחר הוא העיר קוריטיבה בברזיל. בעיר זו נעשה ניסיון ליצור עיר קומפקטית על־ידי יצירת חמש זרועות של מבנים רבי־קומות היוצאים ממרכז העיר החוצה. התנועה לאורך הצירים נעשית באמצעות תחבורה ציבורית יעילה וזולה, ואילו במרכז מיועדות הדרכים להולכי רגל בלבד. בעיר נעשה ניסיון למחזר את כל האשפה ליצירת אנרגיה. למרות העניין הרב שעורר, הניסיון בקוריטיבה לא עלה יפה והעיר מוצפת כיום בכלי רכב פרטיים. בערים אחרות נעשה ניסיון דומה להגביל את כניסת כלי הרכב למרכז.

מיחזור מבנים ותיקים שהשימושים שהיו להם בעבר הסתיימו היא דרך אפשרית אחרת לעיבוי עירוני. אזורי המזח הישנים בשיקגו ובלונדון הפכו באורח זה לאזורי מגורים. תחנת כוח מדרום לנהר התמזה בלונדון הפכה למקום משכנו של מוזיאון טייט לאמנות מודרנית. פיתוח צמוד דופן (הרחבת העיר תוך היצמדות לשטח הבנוי הקיים), כפי שאומץ בתוכנית המתאר הארצית מס' 35 בישראל, הוא אמצעי חיוני להגבלת הזחילה העירונית ולחסימת יציאתם של תפקודים עירוניים לעבר השטחים הפתוחים.

המגמה בארץ כמו בעולם היא לנסות ולשפר את דרכי התחבורה בין העיר הגדולה והפריפריה. הרעיון הוא לא לפזר את המשאבים לכל השטח, כמו שחשבו בעבר, אלא לאפשר לפריפריות להגיע לעיר הגדולה לצרכי עבודה וצריכה. אפשרות נוחה כזו אמורה לצמצם את ממדי ההגירה אל העיר ולאפשר את פיתוח השוליים. בינתיים, למרות כל הניסיונות, נמשכת התנועה החד־כיוונית לערים.

הפער התרבותי

"ערי העל" לכשעצמן אינן הגורם למשבר האקלים והאקולוגיה בעולם. ניו־יורק פולטת יחסית פחות פחמן דו־חמצני מהממוצע האמריקאי. הערים הן רק חממה ובית גידול להתפשטות מהירה של תרבות צריכה ודרך חיים המחזקת את הפגיעה האקולוגית ואת תהליך ההתחממות העולמי. בנוסף, הערים, בשל אופיין ומורכבותן, מהוות מוקדי מתיחות חברתיים ותרבותיים שעלולים בעתיד – במיוחד בעידן של אסון אקולוגי עולמי המלווה משברים כלכליים ומתיחות בין מדינות ויבשות – להפוך לאזורי משבר.

בערים הגדולות במדינות המתפתחות נוצרו אזורי עוני העוטפים את העיר ולפעמים מצויים ממש בטבורה. אזורים אלה הם לעיתים קרובות מרחבים של אלימות, פשיעה ומחלות. חוסר ביטחון הופך למאפיין בולט של ערים באפריקה, בדרום־מזרח אסיה ובאמריקה הלטינית. אזורי משכנות העוני הופכים למוקדי מחאה והתקוממות נגד המשטר וכוחות הביטחון נמנעים מלפעול בהם. מול אזורים אלה הולכת ומסתגרת העיר המבוססת בשכונות מגודרות ונעולות

"מורומבי" – שכונת יוקרה הגובלת בשכונת העוני "פראיספוליס", סאן–פאולו, ברזיל / צילום: טוקה ויאירה **Tuca Vieira**

או ברבעים חדשים המוקמים במרחק מהעיר. ברבעים אלה, בתי המגורים הם ברמה גבוהה וכך גם התשתיות הפיזיות. המרכז המסחרי של העיר מודרני ומפותח ומשמש כמרכז קניות, תיירות וצריכה, שבו מתגודדים צעירים מצליחים. בין שני העולמות שורר נתק מוחלט. כמו בסרט "מטרופוליס" של פריץ לאנג, העיר העליונה מנוכרת ואדישה לעיר התחתונה שבה שולטים העוני והמצוקה.

הפרדה חברתית־מרחבית מתגלה גם במדינות המפותחות, במיוחד בערים שהיו בעבר מרכזים של אימפריות. התפוררות האימפריה הביאה בעקבותיה לגל הגירה מהקולוניות לשעבר אל מה שהיה בעבר המרכז האימפריאלי. הודים, פקיסטנים ובנגלים נודדים לערי אנגליה, אינדונזים לערי הולנד, צפון־אפריקאים לערי צרפת, פועלים תורכים לערי גרמניה. בעקבות ההגירה השתנה המרקם החברתי והמרחבי של העיר. העיר הפכה למעין קולאז' תרבותי, שבו ניתן לעבור מעולם אחד למשנהו על פני מרחק קצר. סלמן רושדי מכנה זאת "טרופיקליזציה של לונדון". אומברטו אקו מוצא קווים דומים בין העיר בת ימינו לערי ימי הביניים. אולם הגיוון אין פירושו בהכרח סובלנות ורב־תרבותיות. בערים רבות באירופה הולך ומחריף הקונפליקט בין המהגרים לוותיקים. הוותיקים רוצים לשמר את הזהות הלאומית ואילו המהגרים שהשתקעו בעיר תובעים זכויות אזרח.

במיוחד מתחדד העימות בין ותיקים למהגרים בערים גדולות ומעורבות. הוויכוח מעורר דיון בסוגיות של לאומיות, אזרחות ורב־תרבותיות. מדינת הלאום האירופית מתמודדת עם דילמה קשה. כדי לשמור על רמת החיים היא נזקקת למהגרים ולכוח העבודה הזר והזול. מצד שני, התושבים הוותיקים רוצים לשמור על הזהות והתרבות הלאומית. התלות והניכור מגבירים את שנאת הזר ואת האלמנטים הגזעניים והלאומניים.

בעיית ההיקלטות של המהגרים בחברה החדשה בולטת במיוחד בקרב בני הדור השני. אלה מוצאים עצמם נופלים בין הכסאות: מארץ המוצא כבר ניתקו, אך בארץ היעד טרם נקלטו באופן מלא. וכך, על אף שלמדו את השפה

>> והם מדברים בניב מקומי, הם סובלים מתחושה חזקה של ניכור, הדרה וקיפוח. צעירים אלה, במיוחד המוסלמים, הם כר נוח לפעילות פוליטית של גורמים איסלאמיים רדיקלים. אין פלא שדו"ח הסנאט האמריקאי על אירועי ה־11 בספטמבר מציין דווקא את ריכוזי המהגרים בערי אירופה כמוקד להתארגנות איסלאמית קיצונית ומסוכנת.

שוק חופשי או עיקרון השוויון?

מדינת הרווחה הקלאסית דאגה לפריפריות. באמצעות תכנון, מיסוי והעברת משאבים נשמר איזון מסוים בין המרכזים לפריפריה. עם כל הביקורת על ה"אליטיזם" שאפיין בעבר תכנון ציבורי־ממשלתי, במיוחד בישראל, יש לזכור כי תכנון זה התמקד באנשים קשי־יום ופעל לאספקת דיור, להשוואת תנאי המחייה ולפיזור הפיתוח והמשאבים על פני כל המרחב.

המדיניות הזו עברה מן העולם. הפוליטיקה והתכנון הולכים היום בעקבות הכסף – המשקיעים מתרכזים בקבוצות החזקות. כיום, היעד המרכזי של הערים הגדולות הוא למשוך השקעות וקבוצות יצירתיות העשויות לתרום לפיתוח העיר. ספרו של ריצ'רד פלורידה על **הערים והמעמד היצירתי** הפך לאייקון פולחני, שרבים מקובעי המדיניות והחוקרים אימצו לחיקם. על־פי פלורידה, לא הפירמות הן אלה שמושכות את האנשים המשכילים והיצירתיים, אלא להיפך: אופי האנשים והמקום הוא זה שמושך את הפירמות. הפירמות מתקבצות על־מנת ליהנות מקרבה אל אנשים בעלי כישרונות – המעמד היצירתי.

בראש המעמד היצירתי עומדים מדענים, מהנדסים, פרופסורים באוניברסיטאות, משוררים, סופרים, אמנים, בדרנים, שחקנים, מעצבים, ארכיטקטים, עיתונאים ומעצבי דעת קהל המייצרים רעיונות, מוצרים ושירותים חדשים היכולים להימכר בערך מוסף גבוה. מה שמושך אנשים יצירתיים הם מקומות המתאפיינים בסובלנות, בגיוון ובפתיחות. ולכן, תרבות העיר היא גורם המשיכה העיקרי. המסקנה הנובעת מכך היא, כי יש ליצור מקומות מושכים מבחינה תרבותית, היכולים להיענות לצרכים של בני המעמד היצירתי.

> מקומות יצירתיים בולטים בארה"ב הם: בוסטון, אוסטין, עמק הסיליקון, סן־פרנסיסקו, סיאטל. מקומות אלה מתאפיינים במספר גדול של אנשים יצירתיים ולכן גם בהמצאות רבות. האיכות התרבותית הזו הופכת את העיר למוקד משיכה והצלחה כלכלית

ואכן תהליכי העיור המתנהלים תוך כדי שיתוף פעולה בין הון פרטי לציבורי ממוקדים בקבוצות החזקות, במעמד היצירתי, במרכז העירוני ובמרחב הציבורי. הקבוצות החלשות – הצעירים, הנשים שאינן עובדות, המובטלים – הודרו מהשיח הציבורי. הדבר נכון במיוחד במדינות שהיו בעבר בעלות משטר קומוניסטי, כמו סין, ומדינות במזרח אירופה. נושא העוני, הצדק החברתי והחלוקה מחדש של משאבים נדחקו מסדר היום.

ההטייה לכיוון השוק היא תכונה משותפת לחלק גדול מהערים בעולם, להוציא כמה יוצאים מן הכלל בסקנדינביה ובהולנד. נושאים שעמדו במרכז הדיון העירוני בשנות ה־70 כמו עוני, חלוקה מחדש, צדק חברתי וסיוע לחלשים נדחקו מהמפה הפיזית־עירונית. מדיניות כזו מחלישה את הלגיטימציה השלטונית. התוצאה היא חוסר אמון במערכת ושיעורי השתתפות פוחתים בבחירות העירוניות.

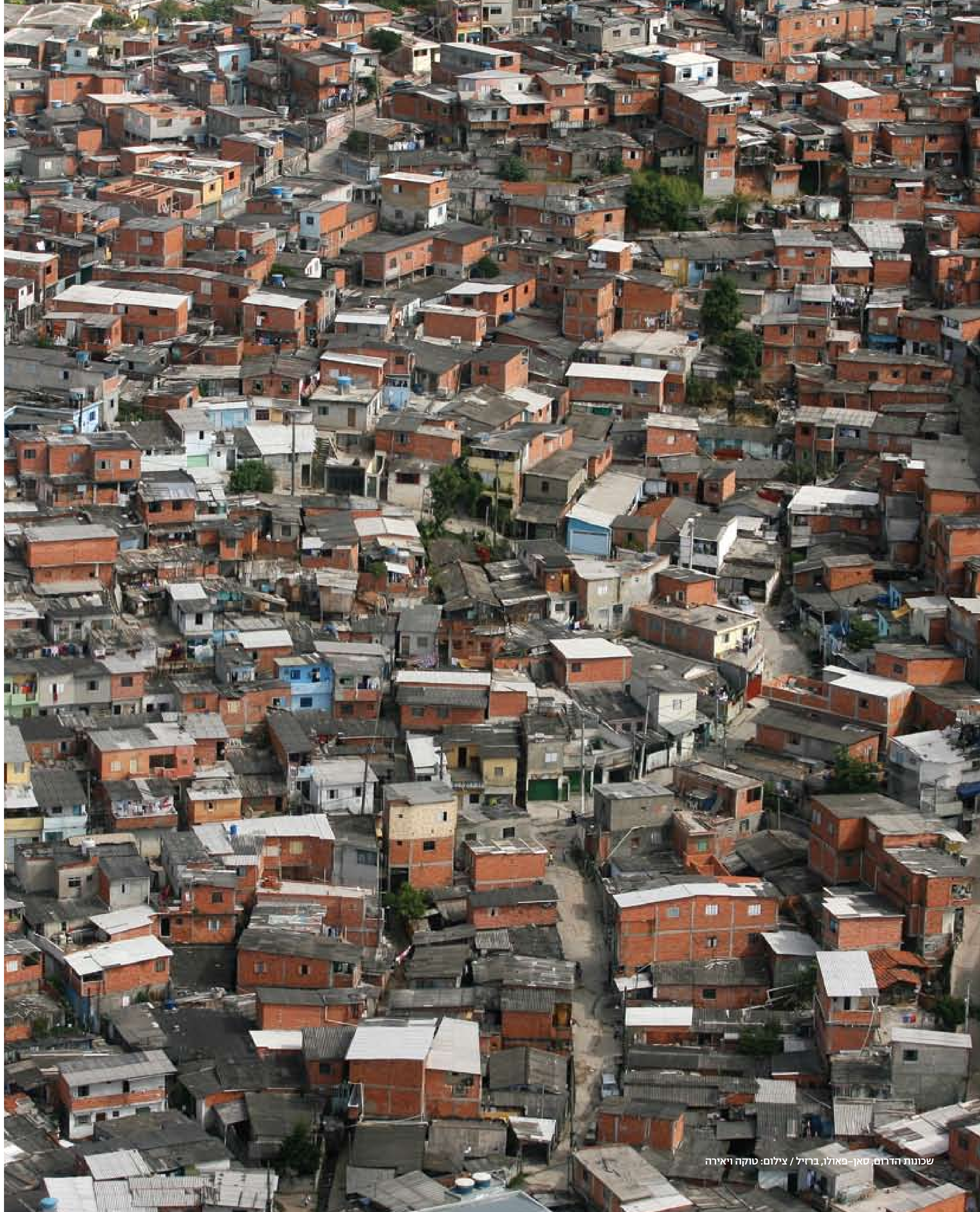
חלק מהציבור נסוג מהמערכת הממוסדת, שהתגלתה כחלולה וכנתונה להשפעה מרחיקת לכת של בעלי הון, והחל להתארגן לפעילות חברתית הנותנת משקל גם לבעיות מוסריות וחברתיות. במרבית הערים בעולם פועלים היום ארגונים חברתיים־עירוניים וארגונים סביבתיים, שמעלים על סדר היום סוגיות הקשורות בצדק חברתי, צדק מגדרי, צדק סביבתי וצדק אקולוגי. ארגונים אלה נאבקים בצריכה לא מוגבלת, במותגים, בחברות ענק ובכלכלה גלובאלית הפוגעת קשות בסביבה והפועלת באמצעות ניצול ודיכוי.

זה מול זה עומדים עיקרון החירות והשוק החופשי לעומת עיקרון השוויון ושותפות גורל קהילתית. זהו בסיס של הוויכוח בין האמונה ביד הנעלמה המסדרת של השוק לזו הקוראת להתערבות המדינה בחלוקת המשאבים. בחלק גדול מהערים בעולם מפתחים כיום דגמים חדשים של דמוקרטיה שיתופית המושתתת על קיום דיאלוג בין נציגי הקבוצות והקהילות לממסד הרשמי. הדבר בא לידי ביטוי בהתארגנויות אד־הוק של ועידות אזרחים ובדגמים ממוסדים של האצלת סמכויות ושיתוף הציבור. ההישגים בינתיים לא רבים, אך הם מסייעים להפגת המתח. תופעות אלו מתרחשות ב"ערי העל" המערביות. בערי הענק של המדינות המפותחות נמשכים בינתיים הגדלת הפערים, הקיטוב, הניתוק וחוסר האונים של מהגרי העבודה החדשים.

גם בתקופת המהפכה התעשייתית באירופה הוביל תהליך העיור להרס חברות מסורתיות, להצטופפות, לזיהום אוויר ולפגיעה בבריאות התושבים. אולם הפגיעה היתה לזמן קצר, ובהמשך, היא זו שהבטיחה את הפיתוח והשגשוג. יש הטוענים כי זה בדיוק מה שקורה כיום במדינות המתפתחות, ולכן תשלום המחיר הנוכחי הוא בלתי נמנע.

איני חושב כך. היקפי העיור הפעם שונים, הלחץ על משאבי כדור הארץ גבוה, הפערים החברתיים־כלכליים מעמיקים. אם תימשך המגמה הקיימת, הפגיעה בסביבה ובחברה תגדל עד כדי איום על המין האנושי. הפיתרון נמצא בלקיחת אחריות ציבורית. במילים אחרות, בהתערבות ממשלתית שמטרתה תיקון תהליך העיור, ריסונו והכוונתו. ■

mshasson@gmail.com



שכונות הדרום, סאן-פאולו, ברזיל / צילום: טוקה ויאירה

אורלי שנקר על האמנית שי זכאי

בדרך הטבע

מה מבדיל בין טבעי למלאכותי? הרהורים בעקבות תצפית על עבודתה של שי זכאי, "נחל בטון, 1999–2002"

■ עץ, הגדל פרא בסביבה שבה גדלים עצים מסוגו, אין טבעי ממנו. עץ שנעקר מן החורש, ניטע בחצר, הושקה ודושן – האם עדיין טבעי הוא? ועץ אשר הושבח כדי להרבות ולהמתיק את פירותיו? ומה לגבי זה שהונדס גנטית כדי להפכו עמיד למזיקים – האם טבעי הוא או מלאכותי?

גז חמצן וגז מימן מתרכבים זה עם זה ליצירת מים: היש טבעי מזה? אך מה אם בני אדם לוקחים חומרים מהטבע ויוצרים מהם תרכובת – האם הטבעי הופך בכך למלאכותי? מדוע התרכובת הכימית המכונה "פלסטיק" נחשבת מלאכותיות יותר מן התרכובת הכימית המכונה "מים"?

האם הנחל בתצלום, בטון שזרם והתקשה, הוא מלאכותי יותר מנחל שבו זורמים מים שנבעו ממעיין?

מהו הקו המפריד ביו הטבעי למלאכותי? אנו, בני האדם, הננו חלק מן הטבע. **כל** מה שאנו עושים כפוף לחוקי הטבע. **כל** החומרים שאנו משתמשים בהם לקוחים מן הטבע, **וכל** תהליכי העיבוד של החומרים הללו אינם אלא שימוש בחוקי הטבע. אובייקט מלאכותי נבדל מאובייקט טבעי רק בכך, שהוא נבנה **בכוונה להשיג מטרה.** אנו קובעים שעץ מהונדס גנטית הוא "מלאכותי" מכיוון שנבנה במיוחד להשגת יבולים שרצויים לנו, בני האדם. אם אותו שינוי גנטי, באותו עץ, נוצר במקרה, הרי שזהו שינוי "טבעי". כך גם ביחס לתרכובות כימיות: אם מימן וחמצן מתרכבים במקרה, ולא בכוונת מכוון, הרי שמולקולת המים הנוצרת היא טבעית; לעומת זאת, אם אנו מרכיבים חומרים לתרכובת המיועדת לשימושנו, הרי שהיא מלאכותית.

לא תמיד קל להבחין בין אובייקט שנוצר מתוך כוונה לבין אובייקט שנוצר במקרה. אם תמצא במדבר שעון מתוחכם, התוכל להכחיש שמוח חכם תכנן ובנה אותו? ואם אנו מודים שמציאת חפץ פשוט כמו שעון מעידה על יוצר ומתכנן, מה נאמר על איברים מורכבים כמו עיניים, כנפיים של בעלי הכנף, ובוודאי על היצור המופלא הקרוי אדם? האין הם מעידים על קיומה של תבונה עילאית אשר תכננה ובראה אותם? הניסיון להוכיח את קיום האל מתוך מראית העין המתוכננת של העולם, מכונה "**הטיעון מתוך התכנון**". על־פי טיעון זה, העולם כולו "מלאכותי" שכן הוא נוצר מתוך כוונה.

לא רק תיאולוגים אימצו את הרעיון, שכל המתרחש הוא לקראת תכלית מסוימת. אריסטו ביסס על רעיון זה מדע תכליתני (טלאולוגי): על־פי הפיזיקה והביולוגיה של אריסטו, "כל סוף מעשה שבדרך הטבע, כהרי סוף מעשה שבמחשבה תחילה". מערכות טבעיות מתפתחות אל עבר תכלית, שפרטיה מתגלים במעשה המוגמר: הזרע נובט ומתפתח לצמח בוגר מפני שזו תכליתו. גישה זו, ששלטה במדע המערבי במשך מאות שנים, נזנחה רק עם התפתחותו של המדע המודרני. אחד האתגרים הגדולים של הפיזיקה והביולוגיה בעידן המודרני הוא להסביר כיצד נוצרה מראית העין אשר הטעתה את אריסטו, ואחריו את אנשי הדת ומאמיניה.

לומר שהעולם הוא "טבעי" פירושו לומר שהעולם נוצר ללא מטרה והתפתח בלא יד מכוונת. הרעיון שהעולם הוא "טבעי" במובן זה הוא הרעיון העמוק והמהפכני שביסוד **תורת האבולוציה של צ'ארלס דרווין**. על־פי גישתו, הרעיון של שאיפה למטרה הומר ברעיון של התפתחות באמצעות הברירה הטבעית: השתנות מקרית והיכחדות הבלתי מתאימים.

הנחל שבתמונה, אשר עיבודו ושיקומו הם הפרויקט האמנותי־אקולוגי של **שי זכאי**, נוצר במקרה: שאריות ממערבלי בטון שנשפכו לנחל נשטפו וזרמו בערוצו והפכו לקרקעית מוצקת. איש לא התכוון ליצור את הנחל, הוא אינו משרת שום מטרה אנושית. הוא תוצר לוואי של תהליך שנועד לשרת מטרה אנושית. רק המעקב אחר אופן היווצרותו של הנחל מאפשר להגדירו כמלאכותי.

אם כן, ההבחנה בין טבעי לבין מלאכותי, הבחנה שמיטשטשת לרגע אל מול נחל הבטון, היא ההבחנה שביסוד אחת המחלוקות הגדולות ב־150 השנים האחרונות: המחלוקת סביב השאלה האם עולמנו הוא תוצר של בורא בעל כוונות ומטרות, או של אבולוציה נטולת תכנון ותכלית. ■

orly.shenker@gmail.com

ד"ר אורלי שנקר, חוקרת ומלמדת פילוסופיה של המדע, של הפיזיקה ושל המוסר.
היא חברת הוועדה המייעצת של כתב העת "אודיסאה"

שי זכאי גילתה נחל בטון והפכה אותו לפרויקט של **אמנות אקולוגית**: שיקום סביבתי באמצעות אמנות. האמנות האקולוגית מאתגרת את המושג של **יצירה** אמנותית. בעוד שהצבת עבודות אמנות סטנדרטיות בטבע היא סוג של "**תקיעת דגל**" המכריזה על נוכחות קבועה של האמן בטבע, הרי שהכרזתה של האמנית האקולוגית היא הפוכה: אני כאן באופן ארעי ופועלת על־מנת שבטווח הארוך ייעלמו סימני נוכחותי מן הסביבה הטבעית, ויישארו כזיכרון מצולם בלבד. היפוך זה מסומל בעבודתה של זכאי באמצעות השימוש בדגלים: לאורך הנחל הוטבעו בבטון צורות של דגלים, ולאורך קווי המיתאר של כל דגל כזה נקדחו חורים שתפקידם להחליש את הבטון ולאפשר את התפוררותו בתהליך טבעי, בעזרת המים שיחלחלו דרכו אל הקרקע והצמחים שישובו לנבוט דרכו. קדיחת החורים בבטון היא חלק משיקום בגישת low impact, המסייעת לטבע לשקם את עצמו בעזרת התערבות מינימלית. נחל הבטון הוא **עבודה תהליכית**, הממשיכה להתפתח מאליה גם לאחר שהאמנית סיימה את התערבותה, ומשפיעה לא רק על הסביבה הטבעית באזור אלא גם על הסביבה האנושית, אשר משנה את הרגליה בתגובה לפרויקט האמנותי. הגישה האקולוגית מזכירה לנו, שלפעמים בנייה היא הרס, פיתוח הוא קלקול וקדמה היא נסיגה; ומצד שני, עיכוב, בלימה וחיסול עשויים להיות הישג אמנותי, סביבתי ואנושי־חברתי כאחד.

על חלקים נוספים של עבודה מורכבת זו ניתן לקרוא כאן:
http://www.eco-art.co.il/theProject.asp?projectID=1&CL=HEB

070

רותם חרמון

נתפסו ברשת

20 שנה אחרי שנולדה, הופכת רשת האינטרנט לכלי מסחרי בעל עוצמה אדירה בשירות החברות המסחריות הגדולות. מעולם לא יכלה חברה מסחרית להגיע, לשכנע ולמכור לכל־כך הרבה אנשים בשיטות כל־כך מתוחכמות

■ עשר שנים עברו מאז הכריז טום פרידמן שרשת האינטרנט היא מגרש משחקים שוויוני, ושהעולם – שטוח. מאז התחולל ברשת שינוי דרמטי. ממערכת חופשית, חתרנית, המופעלת על־ידי מיליוני פרטים לא מאורגנים, הרשת הפכה להיות ממסדית, נשלטת במידה רבה, ובעיקר – כלי עבודה, ניהול ומסחר, שמעצב את אופי הכלכלה והחברה המודרנית.

הטכנולוגיות שחוללו את השינוי, המכוּנות על־ידי פרידמן "סטרואידים", מעצימות ומגבירות את כוחות הגלובליזציה, ובכך מאיצות את התפשטותה. טכנולוגיות המחשב, האחסון, הסחר האלקטרוני והעברת הנתונים באמצעות רשת האינטרנט מאפשרות מידע נגיש וזמין בכל זמן ומכל מקום. חברות הודיות מספקות שירותי תוכנה ללקוחות ישראלים; ישראלים מוכרים מזכרות מארץ הקודש לנוצרים אמריקאים אדוקים; מוזיקאים אזוטריים מטקסס מוצאים לעצמם קהל מאזינים ביפן; מפגינים איראנים משדרים תמונות וקטעי וידיאו לכל העולם למרות ניסיונות הצנזורה של המשטר.

הרשת לוקחת חלק מרכזי בתהליך הכלכלה הגלובלית. קליי שירקי, פרופסור לתקשורת באוניברסיטת ניו יורק, טוען כי התוכן ברשת יכול להיות מקומי – אמריקאי, צרפתי, צ'כי או סיני, אבל לסינים או לספרדים אין **דרך** שונה **להשתמש** ברשת. לרשת אין דבר עם לאום, מוצא או דת. הרשת נושאת איתה לכל מקום את מאפייניה הטכנולוגיים ואת דרכיה. בהמשך למרשל מקלוהן רואה שירקי את צורתה של הרשת, את המדיום עצמו, כגורם שמשנה מהותית את אלה המשתמשים בו.

הרשת אינה נשלטת על־ידי אף גורם, אמר פרידמן בזמנו. היא מבוזרת לחלוטין, לא ניתן לכבות אותה, והיא מגיעה (או לפחות יכולה להגיע) לכל אדם. קשה עד בלתי אפשרי לחסום את זרימת המידע על הרשת. קשה לא פחות יהיה, כולם היו בטוחים, לשלוט, או אפילו לכוון, פעילות כל־כך נרחבת וחופשית.

בגלל תכונות אלו נתפסה הרשת כטכנולוגיה מהפכנית, שתמוטט את מערכות השליטה הישנות. הרשת קראה תיגר לא רק על עריצות פוליטית, אלא בעיקר על המערכת הכלכלית הממסדית, שבמרכזה עומדות חברות המדיה והפרסום הגדולות. ברוח זו הכריז בשנת 1996 ג'ון פרי בארלו, אחד מחלוצי הרשת וכותב המילים של גרייטפול דד, את "הכרזת העצמאות של הסייברספייס": "**אני מכריז על המרחב החברתי הגלובלי שאנו בונים כניטרלי ועצמאי מכל סוג של עריצות. הסייברספייס מורכב מחילופי דברים, ממערכות יחסים ומהמחשבה עצמה... בעולמנו, כל יצירה של התודעה האנושית ניתנת לשכפול ולהפצה ללא עלות וללא גבול. היכולת להפיץ את המחשבה האנושית לכל עבר אינה תלויה יותר במפעלים שלכם".**

עברו 13 שנים ומתברר שהחופש יחסי, ושהחברות המסחריות הגדולות למדו כיצד לפעול במרחבים הווירטואליים. את מקום רוח החירות והשיתוף שאפיינה את ימיה הראשונים של הרשת, תפסו תאגידי מדיה וחברות מסחריות, שמצליחים לנכס לעצמם באמצעים מתוחכמים את המרחב החדש המהפכני והפרוע.

ניצול כלכלי של הרשת דרש התאמה של התאגידים לכללי המשחק החדשים ויצירת מודלים עסקיים שלא היו קיימים. כלכלת התאגידים, מסביר חוקר התרבות והמדיה דאגלס ראשקוף, מבוססת על מצב של חוסר. הכלכלה זקוקה למשאב מוגבל, כדי לנצל את הביקוש אליו לעשיית רווחים. אך רשת האינטרנט היא מקום של משאבים בלתי מוגבלים. במהותה היא טכנולוגיה של שפע – כל מידע יכול להיות מיוצר, משוכפל ומופץ ללא עלות. בעולם הישן התבססו חברות המדיה על עלות ייצור המידע. הוצאה לאור של עיתון או הפקת תוכנית טלוויזיה היו דבר כמעט בלתי אפשרי עבור מרבית האנשים. אך בעולם הווירטואלי, שעלות הפקת המידע הדיגיטלי בו היא אפסית, והפצתו מתבצעת בחינם תוך שיתוף בין אנשים, האפשרות של בעלות על המידע נעלמה. רק משאב אחד נותר מוגבל ומצומצם גם בעולם השפע הווירטואלי – **תשומת הלב האנושית**. כלכלת האינטרנט הפכה להיות כלכלה הממוקדת במשיכה של תשומת לב זו.

ככל שהמידע רב ונגיש יותר, כך קשה יותר למשוך את תשומת הלב. התוכן הוא התולעת שעל החכה; זה הפיתיון בו משתמשות החברות כדי למשוך אליהן אנשים במטרה להפוך אותם לצרכנים. בעידן הווב 2.0 התוכן הפך לזול יחסית. אם בימיה הראשונים של כלכלת הרשת התייחסו אלינו כאל "זוגות עיניים", צופים פסיביים, הרי שכיום הפכנו לפועלי ייצור. אנו

ציור: איקה אברבנאל

מייצרים מידע – כותבים בפורומים של תפוז, מעלים סרטונים ל־YouTube, מגיבים לכתבות ב־ynet, משתפים תמונות ב־flickr. החברות לא צריכות יותר לייצר את התוכן בתשלום. הן מספקות את הסביבה ואת הכלים המתאימים, ואנו מזינים אותן ב"תוכן גולשים". כך מכפילות החברות את מידת תשומת הלב שהן מצליחות למשוך מכל אדם/פועל. הן מקבלות אותנו כיצרני וכצרכני תוכן בו־זמנית.

בעזרת מודל "תוכן הגולשים" חוסכות החברות הוצאות, שעד כה היו חלק ממהות המכירה והמוצר. כך, למשל, מקימות חברות טכנולוגיה פורומים של תמיכה למוצריהן. ברגע שפעילות הגולשים בפורום מספיק ענפה, והם עונים זה לזה על שאלות ומציעים פתרונות בעצמם, החברה משקיעה פחות משאבים במתן שירותי תמיכה. מיצוב חכם של החברה ברשת מאפשר לה לוותר על כוח אדם בשכר ולהסתמך על העבודה שהגולשים מבצעים עבורה בחינם.

בשנים האחרונות פורחות הרשתות

בפייסבוק, למשל, עומדת לרשותנו אפשרות לשתף את חברינו באתרים מעניינים שמצאנו, בתמונות או בסרטונים קצרים שאנו מעלים לאתר; להזמין אנשים לאירועים (מה קורה למי שאינו בפייסבוק?), להשוות את רשימות הקריאה שלנו, ועוד עשרות אפשרויות טיפשיות יותר ופחות של אינטרקציה, שמעניקה לנו אשליה של קהילתיות ומזינה אקולוגיה של חברות תוכנה ופרסום, שמפיקות מכך רווח.

החברתיות. אתרים כמו Facebook או MySpace מספקים סביבה וירטואלית לניהול קשרים חברתיים ונותנים פורקן לצורך לממש את הפוטנציאל החברתי של האינטרנט. הפעילות מתרחשת בסביבה מוּבנית ומוגדרת היטב, שמנצלת את הפעילות החברתית להפקת רווחים. ראשקוף מסביר בספרו "Life Inc.", שכל תוכנה מביאה איתה מטען של ערכים. אילו אפשרויות נותנת התוכנה ואילו היא חוסמת, איזה מידע יש לספק לה, מה קבוע מראש ומה ניתן לשנות (ובאיזו קלות) – כל ההחלטות האלה מצטברות למשמעות נסתרת שהתוכנה משליכה על המשתמש. הצורה קובעת במידה רבה את המהות. הרשתות החברתיות הן תוכנות שמעצבות מידע אישי ואופי של קשרים חברתיים לתבניות שניתנות לניצול כלכלי ומסחרי.

בעוד שבימים הראשונים של הרשת רוב הפעילות הייתה אנונימית ונוצרה אווירה חופשית של משחק בזהויות ובדמויות

>>

Tomas SARACENO, *Galaxies Forming Along Filaments, Like Droplets Along the Strands of A Spiders Web*, 2008
elastic rope, installation dimensions variable / Photo: Fabian Birgfeld, PhotoTECTONICS / Installation view: Tanya Bonakdar Gallery, New York 2008
Collection Miami Art Museum, purchased with funds from the MAM Collectors Council

עבודותיו של האמן הארגנטינאי תומס סרסנו קוראות תיגר על מגבלות סביבת המגורים של האדם ומציעות דרכים חדשות לתפיסת הטבע והחלל. האמן יוצר מודלים מרחפים לערים עתידניות ומציע סביבות מחיה אחרות שאינן בהכרח מתקיימות על פני כדור הארץ. סרסנו מתייחס בעבודותיו לאיום ההולך ומתהווה של התרוקנות המשאבים על פני כדור הארץ וגידול האוכלוסייה, ובוחן ארכיטקטורות חדשות המציעות התייחסות אלטרנטיבית לנושאי הסביבה ולמנטליות. האנושית. בעבודה "גלקסיות מושתתות על חוטים כמו טיפות על פני רשת עכביש" סרסנו מעלה רעיון קונספטואלי לארכיטקטורה בין גלקטית המבוססת על מבנה מן הטבע של רשת העכביש. ארכיטקטורת הרשת מתחברת לעולם האנושי העתידני בו הרישות הווירטואלי חסר הגבולות מקבל תרגום פיזי לסביבת מחיה נטולת קרקע

"ברשת החברתית התאגיד לובש פנים ונטמע בקהל. אני יכול להיות 'חבר' של משקה קל, לשלוח לו מסרים ולקבל ממנו עדכונים והודעות - בדיוק כמו שאני נוהג עם מכרי. מכיוון שאנו נוטים להגדיר את עצמנו דרך הזיקה שלנו למותגים, ארצה גם להתגאות במותג, להציג אותו כחלק מהזהות שלי ברשת, להפיץ אותו בין חברי"

<< חלופיות, הרי שהיום הרשתות החברתיות מעודדות ואף מחייבות אותנו להשתמש בזהותנו האמיתית. אנו נקראים למלא כמה שיותר פרטים על עצמנו – שם, תמונה, מיקום, מצב משפחתי, תחביבים, העדפות של ספרים, סרטים ומוזיקה. לכאורה, פרטים אלה מאפשרים לאנשים אחרים "להכיר" אותנו, אך למעשה הם יוצרים מאגר מובנה של נתונים, אותו ניתן לנצל לפרסום ישיר, ממוקד ובעל ערך.

הרשתות החברתיות מבקשות להפוך את סוג הזהות שהן בונות לנו לזהות העיקרית שלנו בעולם הווירטואלי. לכן, המגמה העכשווית באינטרנט היא לאפשר לגולשים להזדהות בעזרת זהות זו גם באתרים אחרים. זהו צעד שאמור להקל על הגולשים – איננו נאלצים לזכור עשרות סיסמאות, וכל פעולותינו מתרכזות סביב נוכחות וירטואלית אחת, אך מאחורי רעיון זה עומד, כמובן, אינטרס כלכלי מובהק. ככל שנהיה מזוהים יותר במהלך שיטוטינו ברשת, וככל שהזיהוי שלנו קרוב יותר למי שאנחנו במציאות, כך גדלה האפשרות לנצל זהות זו לרווח על־ידי פרסום ממוקד.

רשתות חברתיות הן המקבילה הווירטואלית לקניונים המסחריים. הסוציולוג זיגמונט באומן מכנה אותם "מרחבי צריכה" – מרחבים שהופכים את האדם **לצרכן**. הם יוצרים תחושה מזויפת של קהילתיות על־ידי החלפת פעילות גומלין אמיתית שמתבצעת בין אנשים, בפעילות אינדיווידואלית של צריכה, שמתבצעת במקביל ובהתאמה לאנשים אחרים. מרחבי הצריכה מעצבים את החוויה שהם יוצרים באמצעות צורתם. בעולם האמיתי יהיה זה בעזרת תכסיסים אדריכליים ותצוגת מדפים. בעולם הווירטואלי – על־ידי עיצוב האתר ואפשרויות התוכנה.

אופיים של הרשתות החברתיות ושל המרחב הווירטואלי מאפשר לתאגידים לשנות את מערכת היחסים בינם לבין האנשים (או ליתר דיוק, הצרכנים). בעולם הפיזי על התאגיד להשקיע כספים רבים כדי ליצור לעצמו מראית עין "אנושית", לבנות באמצעות חברות הפרסום "מותג", שיקרין על התאגיד או על מוצריו איזושהי הילה, איכות מסוימת (שבינה ובין המוצר אין, כמובן, דבר), אשר תגרום לנו להשתוקק אליו, ולא אל אחד ממתחריו.

ברשת החברתית הווירטואלית, לעומת זאת, כולם שווים. הקיום הווירטואלי של תאגיד הוא שווה ערך לקיום הווירטואלי של אדם. ברשת החברתית התאגיד לובש פנים ונטמע בקהל. אני יכול להיות "חבר" של משקה קל, לשלוח לו מסרים ולקבל ממנו עדכונים והודעות – בדיוק כמו שאני נוהג עם מכרי. מכיוון שאנו נוטים כיום להגדיר את עצמנו דרך הזיקה שלנו למותגים מסוימים, ארצה גם להתגאות במותג, להציג אותו כחלק מהזהות שלי ברשת, להפיץ אותו בין חברי. שוב מנוצל כוחה השיתופי של הרשת לטובת רווחי התאגיד, ואנו הופכים להיות, מתוך בחירה, חלק ממערך שיווקי העובד ללא תמורה.

טשטוש הגבולות בין האדם לבין התאגידים פועל גם בכיוון השני. בני אדם הופכים למותגים ופועלים כחברות עסקיות. בעולם הנשלט על־ידי תרבות תאגידית, אנו נדרשים להגדיר את עצמנו במונחים כלכליים ושיווקיים. האינטרנט הופך להיות כלי מרכזי ל"מיתוג אישי". כדי להצליח ולהתקדם אנחנו מתבקשים לחשוב על עצמנו כעל מותג, לשווק את עצמנו, להציג ולמכור. בעולם שבו האדם הוא מותג, המקצוע היחיד שנחשב הוא שיווק. לא משנה מה אתה עושה – מה שחשוב הוא איך אתה ממתג ומוכר את עצמך. כולנו הופכים שבויים בידי כלכלת תשומת הלב.

התוצאה של תהליכים אלה היא הפרדה בינינו לבין העולם. פעולות שהיינו מבצעים פעם באופן ישיר זה מול זה (קשרים חברתיים, מסחר, מתן שירות), עוברות לאינטרנט. הטכנולוגיה הופכת להיות מתווך, שאנו מחויבים להשתמש בו כדי לקחת חלק פעיל בשוק העבודה, במסחר ובתרבות. כשפעולותינו עוברות לרשת, הן מוכפפות לכללים ולתבניות שנקבעים על־ידי החברות הגדולות, ואשר מאפשרים לגורמים כלכליים לנצל אותם להפקת רווח. מכלי שנועד לשרת את החירות של הרוח האנושית, הפך האינטרנט למכשיר האולטימטיבי להפקת רווחים מפעולות אנושיות שגרתיות.

הקרב על הרשת עדיין לא הוכרע. מרבית החברות הגדולות לא פיצחו בינתיים את המודלים העסקיים, והן ממשיכות להתמקד במחקרים פסיכולוגיים ובבניית טכנולוגיות שיפעילו אותנו בכיוון הנכון. אנו נמצאים בעיצומו של תהליך, שבו משתנים מערכי הכוחות בין פרטים לחברות ובין תכנון לאלתור. כללי המשחק הכלכליים משתנים ומוגדרים בכל רגע מחדש. אין לדעת מי, אם בכלל, ישלוט ברשת, אולם ברור כי תפקידה של הטכנולוגיה בעיצוב תמונת העולם הולך ונהיה מרכזי יותר.

עם עליית משקלה של נוכחות הרשת בחיינו, חשוב יותר שנהיה מודעים למטען שהיא מביאה איתה, לאפשרויות שהיא פותחת, ולאלה שהיא סוגרת. כאשר אנו נכנסים בשמחה לרשת חברתית זו או אחרת, כאשר אנו מוסרים ברצון את העדפותינו ותחביבינו – כדאי שנזכור שאנו שותפים מלאים לשוק עולמי ענק, שמכוון, בסופו של דבר, להגדיל את הצריכה ואת הרווחים של התאגידים והחברות המסחריות הגדולות ■

rotem.hermon@gmail.com

רותם חרמון הוא מהנדס תוכנה המתעניין בטכנולוגיה והשפעותיה על האדם

יונתן ארז

כבר לא אותו הים

הכחדת שוניות האלמוגים באוקיינוסים משולה להרס יערות העד בדרום אמריקה - נזק אקולוגי עולמי בלתי הפיך שיפגע בכל מערך החיים הימי, וכמובן בבני האדם. מחקרים מוכיחים כי עליית ריכוז הפחמן הדו־חמצני באוויר גורמת להחמצת האוקיינוסים, לפגיעה ביצורים ימיים רבים ולהרס השוניות. לפרופ' יונתן ארז יש רעיון יצירתי למבצע הצלה מהיר

שונית אלמוגים / דימוי: ויזואלפוטו

■ אין צורך להכביר מילים על מה שמתרחש באטמוספירה שמעלינו. המדידות הנמשכות מצביעות על הצטברות פחמן דו־חמצני (CO_2) בריכוזים שכמותם לא הכרנו, ואלה גורמים להתחממות עולמית ולסכנות אקולוגיות שעלולות להיות בלתי הפיכות. אבל בעוד עיני כולם נישאות אל על, שינוי דרמטי לא פחות מתרחש על פני כדור הארץ, או ליתר דיוק, מתחת לפני השטח – במרחבים העצומים של האוקיינוסים, המהווים כשלושה־רבעים מפני כדור הארץ.

גם כאן, האשם העיקרי בשינוי המתחולל הוא הפחמן הדו־חמצני. האוקיינוסים הם המאגר העיקרי בכדור הארץ של פחמן דו־חמצני, והם מאזנים את כמות הגז באטמוספירה ומאפשרים קיום חיים ואקלים יציב. הבעיה היא, שגם האוקיינוסים אינם יכולים לקלוט פחמן דו־חמצני ללא גבול.

היום אנו יודעים כמעט בוודאות, שריכוז ה־CO_2 באטמוספירה נע בטווח שבין 180 חלקים למיליון בתקופות הקרח ל־280 חלקים למיליון בתקופות הבין־קרחוניות. למרות השינויים הסביבתיים הגדולים שחלו באוקיינוסים וביבשות בתקופה זו, השינויים בריכוז ה־CO_2 נשארו בטווח הקבוע ולא חרגו ממנו. לעומת זאת, מאז המהפכה התעשייתית, ובמיוחד במאה השנים האחרונות, נוספו לאטמוספירה יותר מ־100 חלקים למיליון כתוצאה מהפקת אנרגיה מנפט, פחם וגז. על־פי הערכות החוקרים, הריכוז הנוכחי, כ־390 חלקים למיליון, הוא הגבוה ביותר שנצפה במיליוני השנים האחרונות. התחזית היא שריכוז ה־CO_2 באטמוספירה ימשיך לעלות בקצב הולך וגובר, וכבר בעוד 30־40 שנה הוא יגיע ליותר מ־560 חלקים למיליון.

אולם, מתברר על־פי תצפיות ומדידות, לא כל כמות הפחמן הדו־חמצני שנפלט בפועל כתוצאה מפעילות האדם, הצטברה באטמוספירה, אלא רק מחצית ממנה. המחצית האחרת נקלטה ונספגה בחלקה על־ידי המערכת האקולוגית היבשתית (למשל, היערות בצפון אמריקה), ובחלקה על־ידי האוקיינוסים. כתוצאה מקליטת הפחמן הדו־חמצני מי האוקיינוסים הופכים לחומציים יותר ויותר. החמצת האוקיינוסים היא עובדה שאינה שנויה במחלוקת, ויש לה תיעוד נרחב היטב בחלקים העליונים של האוקיינוס (לדוגמה, בברמודה ובהוואי. ראו גרף 1 כעמוד הבא).

איך מתרחש תהליך ההחמצה? במגעו עם מי הים נכנס הפחמן הדו־חמצני המומס לשרשרת של תגובות כימיות, המשנות את חומציות המים. שינוי זה יוצר תגובות שרשרת נוספות, שהמשמעותיות והחמורות ביניהן הן השמדת מערכת השוניות ופגיעה דרמטית במערכת החיים הימית.

שרשרת הנזק

בלי להיכנס לכימיה מורכבת מדי, חשוב להבין את שרשרת הנזק המתחילה בעליית ריכוז הפחמן הדו־חמצני בים. התרכובת הראשונה

<<

"שוניות האלמוגים הן המערכות המגוונות והפרודוקטיביות ביותר באוקיינוס. הן התקיימו על כדור הארץ במשך מאות מיליונים של שנים, וכעת יש סיכוי להרס מוחלט של מערכות ייחודיות אלו כתוצאה מפעילות האדם. קשה עדיין להעריך את מלוא המשמעויות הנובעות מהרס השוניות, אבל מבחינה כלכלית, מדובר בנזק בסדר גודל של מאות מיליארדי דולרים, שאליו מצטרפות השלכות חברתיות דרמטיות על אוכלוסיות של מיליוני בני אדם, שיאבדו את ביתם ואת מקור פרנסתם"

<< שנוצרת במגע של הים עם הגז המומס היא חומצה פחמתית (H_2CO_3). זוהי חומצה חלשה, אבל היא החומצה העיקרית בטבע שאחראית להמסת הסלעים בקרום כדור הארץ. עליית ריכוז ה־CO_2 באטמוספירה מביאה לעליית ריכוז החומצה הפחמתית בים ובמקווי מים יבשתיים, ולכן גם לבליה גוברת של סלעים בקרום כדור הארץ.

שרשרת התגובות הכימיות המוצגת בתרשים 2 מראה, כי החומצה הפחמתית משחררת פרוטון ויוצרת את יון הביקרבונט (HCO_3^-), וזה משחרר פרוטון נוסף ליצירת יון הקרבונט (CO_3^{-2}). קליטת CO_2 בכמות עודפת על־ידי האוקיינוס גורמת לשרשרת תגובות כימיות, אשר מעלה את כמות הפרוטונים במים. תהליך זה מוגדר כעליית החומציות של מי הים. עליית החומציות גורמת לירידה בריכוז של יון הקרבונט, השולט על תהליך השקעת הגיר $CaCO_3$ (המינרלים קלציט וארגוניט) באוקיינוס, וכתוצאה מכך חלה האטה בהצטברות הגיר. אם לתמצת את התהליך: העלייה המתמשכת בחומציות המים גורמת לירידה בקצב השקעת הגיר באוקיינוס, וירידה זו אחראית במידה רבה להרס שוניות האלמוגים.

רוב הגיר המושקע באוקיינוסים נוצר על־ידי יצורים חיים כמו אלמוגים, אצות גירניות, חורוריות (חד־תאיים ימיים יוצרי סלעים), שבלולים ימיים ואחרים. יצורים אלו מהווים מרכיב מרכזי וחשוב במחזור הפחמן הגלובלי. המינרלים הגירניים שהם משקיעים עוזרים לייצב את רמת החומציות של המים. החמצת האוקיינוסים פוגעת במנגנון השקעת השלד של יצורים אלה, ולכך יש השלכות חמורות הן על קיומן של שוניות האלמוגים והן על קיומם של יצורים משקיעי שלד גירני רבים אחרים באוקיינוסים.

כאמור, יצורים רבים באוקיינוס משקיעים במים שלדים העשויים מחומר גירני. חלק גדול מיצורים אלה הם בעלי שלדים חוץ־תאיים, שלגביהם תהליך השקעת השלד תלוי בכימיה של מי הים. יצורים אלה, שהבולטים שבהם הם האלמוגים, החורוריות, הרכיכות וקווצי העור (קיפודי וכוכבי ים), נפגעים בצורה בולטת מהחמצת האוקיינוסים. בתצפיות שונות נמצא, שבמקביל לתהליך ההחמצה של מי הים וירידת ריכוז יון הקרבונט במים, קצב השקעת השלד של כל הקבוצות האלה יורד בצורה ניכרת. עבור יצורים שהשלד שלהם משמש להגנה מפני טורפים, המשמעות הנלווית היא יצירת שלדים פחות חזקים ויכולת שרידה נמוכה יותר. עבור האלמוגים בוני־השונית ההשלכות חמורות הרבה יותר, ולכן בחרתי להתמקד במערכת הזו כדוגמה לנזק העצום שמביא תהליך החמצת האוקיינוסים.

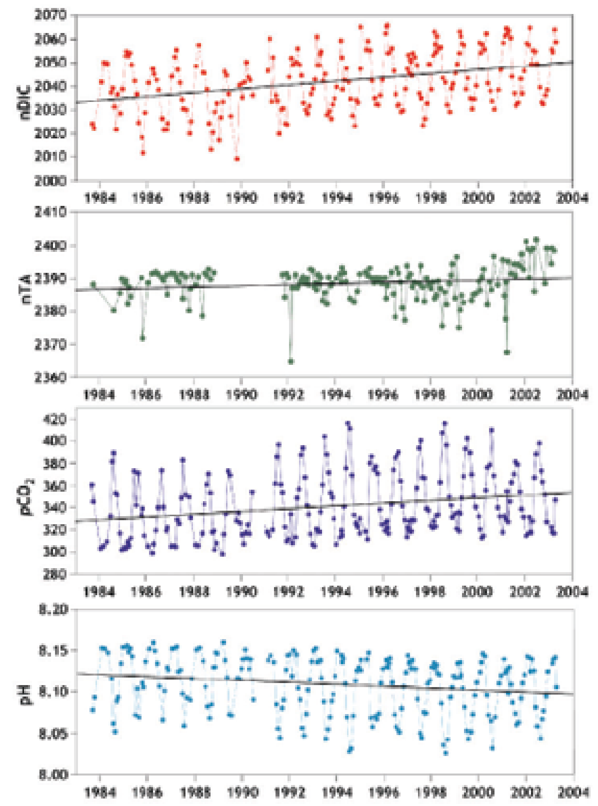
שוניות האלמוגים – היערות הטרופיים באוקיינוס

שוניות האלמוגים הן המערכות האקולוגיות המגוונות והעשירות ביותר באוקיינוס. הן כוללות אלפי מינים של יצורים החיים יחד ויוצרים, במקרים רבים, יחסי סימביוזה הדוקים. בהיבט של מגוון היצורים החיים בהן וחשיבותן למערכת האקולוגית, שוניות האלמוגים משולות ליערות העד הטרופיים. מערכות השוניות הגדולות מספקות פרנסה (בעיקר מדיג ותיירות) והגנה מפני סערות חוף (כמו גלי צונאמי) לעשרות מיליוני בני אדם באינדונזיה, הפיליפינים, אוסטרליה, ים סוף, הים הקריבי ואיי האוקיינוס הפסיפי והאוקיינוס ההודי. למרות שהן תופסות פחות מחצי אחוז משטח האוקיינוסים, השוניות אחראיות לכ־40% מכמות הגיר המושקע באוקיינוסים.

שוניות האלמוגים נפוצות במים רדודים, בעיקר בין קווי הרוחב 30 מעלות מצפון ומדרום לקו המשווה – שהם האזורים המשווניים, הטרופיים והסובטרופיים. ההסבר המקובל לכך הוא ריכוז גבוה של יון הקרבונט במים חמים אלה (שבהם מסיסות ה־CO_2 נמוכה יחסית). המים הטרופיים והסובטרופיים מתאפיינים בריכוז נמוך של חומרי דשן (נוטריאנטים), כמו חנקן, זרחן וברזל. כתוצאה מכך היצרנות הראשונית (פוטוסינתזה) נמוכה מאוד באזורים אלו, המכונים בשל כך ה"מדבריות" של האוקיינוס. אנו מזהים שטחים אלה על־פי צבעם הכחול העז.

תהליך של יצירת אנרגיה ותרכובות אורגניות מחומרים אנאורגניים באמצעות אור השמש. התהליך מהווה את מקור החיים על פני כדור הארץ

והנה, מתברר שקצב הפוטוסינתזה בשוניות הנמצאות במדבריות



גרף 1 / שינויים ארוכי־טווח בפחמן דו־חמצני אוקייני כפי שנצפו באתרי BATS (מחקר סדרות זמן אטלנטיות ברמודה: קו רוחב צפוני 32 מעלות 10 דקות; קו אורך מערבי 64 מעלות 30 דקות) והידרוסטיישן S (קו רוחב צפוני 32 מעלות, 50 דקות; קו אורך מערבי 64 מעלות 10 דקות) המצויים בקרבת ברמודה בצפון־מערב האוקיינוס האטלנטי. בתרשים מצורפות יחדיו שתי קבוצות נתונים של פחמן דו־חמצני אוקייני

אלה גבוה פי 50 מאשר במים הפתוחים סביבן. איך קצב כזה מתאפשר בתוך מדבר ימי? שאלה עתיקת יומין זו, שנשאלה עוד על־ידי צ'ארלס דרווין בזמנו, ברורה לנו היום, ולא מעט בזכות מחקרים שערכנו במשך השנים בשוניות של מפרץ אילת.

במחקרים אלה נמצא, ששוניות האלמוגים פועלות למעשה כמסנן אדיר ממדים של הפלנקטון האוקייני מהמים. בשם פלנקטון אנו מכנים מיליארדי יצורים מיקרוסקופיים חיים, חלקם הגדול חד־תאיים (בעיקר אצות וחיידקים) ואחרים רב–תאיים (בעיקר סרטנים), הנסחפים באופן פסיבי עם זרמי הים. היצורים החיים בשונית ניזונים מהפלנקטון המצוי במי האוקיינוס.

שוניות האלמוגים מבצעות את תהליך הסינון באמצעות בניית שלדי גיר מסיביים, אשר מהווים מעין פיגום עליו מתיישבים יצורים בוני שלד אחרים. יחד הם יוצרים שונית גדולה ויציבה, שמאפשרת לאינספור יצורים חיים שצמודים אליה, לסנן ביעילות מדהימה פלנקטון ממי האוקיינוס וליהנות מכמויות גדולות של מזון עתיר חלבונים זה.

יצורים מסננים אלו כוללים את האלמוגים עצמם, שהם טורפי פלנקטון מיומנים, וכן ספוגים, תולעים רב־זיפיות, צדפות, שבלולים, להקות אדירות של דגים, סרטנים למיניהם ועוד מינים רבים. היכולת של האלמוגים לייצר מבנה קשיח של שונית, העומד בפני מפץ גלים, סערות וזרמי ים חזקים, ולסנן את הפלנקטון מהמים, הוא המפתח לקיומה של מערכת אקולוגית חשובה זו.

התנאי היסודי לקיומה של מערכת אקולוגית מורכבת זו הוא המבנה המכני העמיד של שונית האלמוגים. כדי להחזיק מעמד מול גורמי הבליה הביולוגיים, הכימיים והפיזיקליים, קצב הגידול של האלמוגים גבוה ביותר. האלמוגים בוני־השונית קשורים תמיד עם אצות סימביוטיות חד־תאיות, החיות בצפיפות עצומה (כמיליון תאים לסמ"ר) בתוך רקמות האלמוגים. כנראה שאחד התפקידים של האצות הסימביוטיות הוא לעזור בהשקעת הגיר ובבניית שלדי האלמוגים.

מרשימים במיוחד הם מבני שוניות, הנקראים אטולים, שעומדים באמצע האוקיינוס ונבנים בדרך־כלל על גבי הרי געש כבויים. קצב הגידול האנכי של שוניות האלמוגים שם יכול להגיע ליותר מ־10 מטר לאלף שנה, כך ששוניות אלה יכולות להדביק את קצב שינוי מפלס הים אפילו במעבר מתקופות הקרח (מפלס הנמוך ב־120 מטר מהמפלס הנוכחי) לתקופות הבין־קרחוניות.

הפגיעה החמורה והמסוכנת ביותר של החמצת האוקיינוסים היא, לפיכך, בקצב השקעת השלד של האלמוגים, שכן קצב זה הוא שאחראי לקיום מבנה שונית יציב וחזק, המהווה תנאי לקיום המערכת האקולוגית כולה.

ארבע סיבות להרס השוניות

החמצת האוקיינוסים היא הסיבה המרכזית, אבל לא הבלעדית, להרס השוניות. שלושה גורמים נוספים תורמים לפגיעה אנושה בשוניות האלמוגים ברחבי הימים והאוקיינוסים:

הגורם הראשון הוא תיירות, ימאות, דיג פרוע ושימוש אינטנסיבי <<

גז CO_2 באטמוספירה	$CO_{2(g)}$
גז CO_2 מומס	$CO_{2(aq)} \leftrightarrows CO_{2(g)}$
חומצה קרבונית	$H_2CO_3 \leftrightarrows CO_{2(aq)} + H_2O$
יון ביקרבונט ופרוטון	$H^+ + HCO_3^- \leftrightarrows H_2CO_3$
יון קרבונט ופרוטון	$H^+ + CO_3^{-2} \leftrightarrows HCO_3^-$

תרשים 2

של האדם בחוף. הגורם השני הוא פליטה מסיבית של חומרי דשן לים, שמקורם בחקלאות יבשתית וימית ובהזרמות מסיביות של ביוב עירוני וחקלאי. הגורם השלישי והחמור ביותר הוא תופעת ה"הלבנה", הניתנת לתיאור כהרס מנגנון הסימביוזה שבין האלמוגים בוני־השונית לבין האצות הסימביוטיות שחיות בתוך רקמות האלמוגים.

תופעת ההלבנה מתרחשת כאשר טמפרטורת המים עולה ב־2–1 מעלות צלזיוס מעל טמפרטורת המקסימום של הקיץ למשך תקופה של שבוע ומעלה. בתנאים אלו האצות הסימביוטיות מתות ונפלטות מרקמת האלמוגים, וכתוצאה מכך הם מלבינים (ראו תמונה 3). בשלב הראשון האלמוג עצמו איננו מת, ואם התופעה חלקית וקצרה, יש סיכוי להתאוששות ולהתרבות מחודשת של אצות סימביוטיות, החיות באזורים מוצלים באלמוג שלא נפגעו. אולם אם הטמפרטורה מעט גבוהה יותר ונשארת ברמה זו למעלה משבועיים, האלמוגים מלבינים ואחר־כך מתים. אז ניתן לראות שוניות שלמות שבהן אין יותר אלמוגים חיים (לדוגמה, שוניות האוקיינוס ההודי, שמתו בעקבות תופעת האל־ניניו בשנים 1997–1998). למרות המחקרים הרבים בנושא אין עדיין הסבר לתופעה זו, אולם ברור שהיא נגרמת עקב התחממות האוקיינוסים, ושהיא הולכת ומחמירה בשלושים השנים האחרונות. רוב שוניות האלמוגים בעולם נפגעו מההלבנה, והדבר מתבטא בירידה של למעלה מ־30% בכיסוי החי של האלמוגים ברחבי הימים והאוקיינוסים.

החמצת האוקיינוסים מצטרפת כגורם רביעי ודומיננטי לשלושת הגורמים האחראים לדעיכה של שוניות האלמוגים. כאמור, שלדי האלמוגים הם המרכיב החשוב ביותר במבנה התלת־ממדי של השונית.

תמונה 3 / תופעת הלבנה של אלמוגים

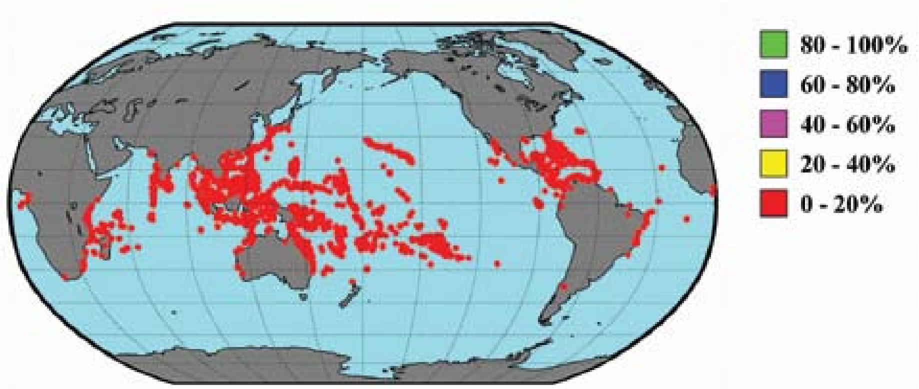
הירידה בקצב השקעת השלדים מתלווה לתהליך של המסה והרס מכני של השוניות. בנוסף לירידת הכיסוי החי הנובעת מתופעת ה"הלבנה", גם המבנה התלת־ממדי של השונית הולך ומתפרק במהירות, והערכות סבירות מצביעות על כך שבתוך כ־30־40 שנה (אם החמצת האוקיינוסים תימשך בקצב הנוכחי) נהיה עדים להתמוססות ולהתפרקות של רוב שוניות האלמוגים באוקיינוס.

למרות שכרגע איננו מרגישים כמעט באופן ישיר את השפעות הנזק, לא מדובר בתופעה שולית: שוניות האלמוגים הן המערכות המגוונות והפרודוקטיביות ביותר באוקיינוס. הן התקיימו על כדור הארץ במשך מאות מיליונים של שנים, וכעת יש סיכוי להרס מוחלט של מערכות ייחודיות אלו כתוצאה מפעילות האדם. קשה עדיין להעריך את מלוא המשמעויות הנובעות מהרס השוניות, אבל מבחינה כלכלית, מדובר בנזק בסדר גודל של מאות מיליארדי דולרים, שאליו מצטרפות השלכות חברתיות דרמטיות על אוכלוסיות של מיליוני בני אדם, שיאבדו את ביתם ואת מקור פרנסתם.

מהן העדויות הישירות לכך שהחמצת האוקיינוסים אכן פוגעת בשוניות האלמוגים? עדויות אלה מגיעות משלושה מקורות: **ראשית,** בשורה ארוכה של ניסויי מעבדה גודלו אלמוגים במי ים עם ריכוזי CO_2 שונים. למרות השונות במיני האלמוגים ובתנאי הניסוי, נמצא ברוב הניסויים האלה שככל שריכוז ה־CO_2 עולה (החומציות עולה וריכוז יון הקרבונט קטן), קצב גידול השלד יורד.

המקור השני לעדויות הן תצפיות על הקשר שבין הכימיה של מי האוקיינוס לבין קצב השקעת הגיר של כל מערכת שונית האלמוגים. כאן התרומה של המחקר הישראלי היא המשמעותית ביותר. מדידות רבות של קצב גידול השונית בעונות השנה השונות (ובעיקר, ההבדל בין חורף לקיץ) הראו, שקיים קשר ברור בין ריכוז ה־CO_2 במים לבין קצב השקעת הגיר בשונית. הקשר הזה נמצא גם בשוניות אחרות בעולם, וניתן לגזור ממנו את התנהגות שוניות האלמוגים בעתיד. על־פי המדידות שלנו, כאשר ריכוז ה־CO_2 באטמוספירה יגיע ל־560 חלקים למיליון, במקום לגדול רוב השוניות באוקיינוס יתחילו להתמוסס (איור 4). שנים מועטות לאחר מכן השוניות יהפכו לערמות של

שיעור של 560 חלקיקי חמצן דו פחמני – הרס כל שוניות האלמוגים (צבועים באדום)



איור 4 / התמוססות שוניות באוקיינוס

שלדים מתים והמערכת תחדל מלהתקיים.

העדות השלישית באה מניתוח קצב הגדילה של אלמוגים בני חמישים עד מאה שנה. בניתוח שנעשה על מאות מושבות שנאספו מנקודות שונות לאורך שונית האלמוגים הגדולה של אוסטרליה (שמשתרעת על יותר מ־1,000 ק"מ), נמצא שהייתה עלייה איטית בקצב הגדילה של האלמוגים בסביבות שנות החמישים של המאה הקודמת, אולם החל משנות השמונים הקצב התחיל לרדת, ומשנות התשעים ועד היום חלה ירידה דרסטית של כ־15% בקצב השקעת הגיר של אלמוגים אלו.

בדומה לעצים, גם באלמוגים ניתן לזהות טבעות גידול שנתיות בשלדי הגיר. מדידת רוחב הטבעות וצפיפות הגיר בכל טבעת מאפשרת לחשב את קצב השקעת הגיר הממוצעת לשנה

כל התהליכים שתוארו לעיל מתרחשים במהירות, וככל הנראה לא ניתן לעשות כרגע דבר כדי לעצור אותם. הפתרון היחיד שעשוי להציל את שוניות האלמוגים הוא הורדת ריכוז ה־CO_2 באטמוספירה, וירידה כזו תתאפשר רק אם יימצא מקור אנרגיה חלופי לשריפה של דלקים. אולם גם אם מקור כזה יימצא היום, עבור שוניות האלמוגים זה עלול להיות מאוחר מדי. סילוק עודפי הפחמן הדו־חמצני מהאטמוספירה והשבתה למצב "נורמלי" הוא תהליך אקטיבי שיארך עשרות רבות של שנים, ועד אז שוניות האלמוגים ייפגעו באופן אנוש, ואולי אף בלתי הפיך.

מה ניתן בכל זאת לעשות? כדי לא לאבד את הסיכוי לשיקום השוניות, יש צורך דחוף לשמר את מיני האלמוגים, חסרי החוליות, הדגים ושאר היצורים שבונים את שוניות האלמוגים. גני החיות הגדולים בעולם עוסקים בשימור מינים שונים של יונקים, זוחלים ועופות, ואין סיבה שלא לאמץ גישה זו גם לגבי היצורים הימיים, אותם ניתן לשמר באקווריומים גדולים דוגמת המצפה התת־ימי באילת. כך אפשר יהיה לקיים את רוב המינים החשובים של המערכת האקולוגית הייחודית הזו לדורות הבאים. האקווריומים צריכים להיבנות באזורים בהם נפוצות שוניות, כמו אוסטרליה, איי הוואי, אינדונזיה, הפיליפינים, המלדיביים, סיישל, ים סוף והים הקריבי. במתקנים סגורים כאלה ניתן יהיה לגדל את יצורי השונית ולברור זנים עמידים לטמפרטורות גבוהות ולריכוזי CO_2 גבוהים. חלק חשוב של העבודה במכוני שימור אלה יתמקד בתוצרי רבייה, כמו ביציות ותאי זרע, של המינים החשובים. זה מכבר ניתן להקפיא אמצעי רבייה של יונקים (למשל, בקר ובני אדם), וייתכן שאפשר לעשות זאת גם כשמדובר ביצורים החיים בשונית.

כך, אולי, ביום שנצליח לייצב מחדש את תנאי האקלים בכדור הארץ והשינויים הסביבתיים יתמתנו, ניתן יהיה להחזיר את האלמוגים יחד עם שאר מרכיבי המערכת אל אזורים באוקיינוס שיתאימו לקיומם ולהתפתחותם. הפצה מחודשת באזורים מבוקרים תאפשר לשוניות להשתקם, ובתוך כמה עשרות שנים ניתן יהיה להחזיר את שוניות האלמוגים אל מקומן הטבעי והחיוני בלב האוקיינוסים.

פתרון אפשרי זה נתקל בהתנגדות נחרצת דווקא מצידם של גופים "ירוקים", כמו רשויות שמירת הטבע ברחבי העולם. הנימוק המקובל הוא שזו התערבות מלאכותית במעשה הטבע. אלא שאותם שמרנים שוכחים שה"טבע" כבר מזמן איננו טבעי. כאשר האדם משנה את המערכות הגלובליות בצורה כה קיצונית (בריכוזי ה־CO_2, בטמפרטורות, בריכוזי המזהמים ובהרכב היצורים החיים), יש צורך בתהליכי שיקום מלאכותיים מסוג אלה שאני מציע כאן. ■

erez@vms.huji.ac.il

העבודה המדעית המתוארת במאמר זה נעשתה על־ידי צוות מדענים מהאוניברסיטה העברית, הכולל את פרופ' בועז לזר, ד"ר יעקב סילברמן, ד"ר חיים שניידר ופרופ' יונתן ארז, בשיתוף עם צוות ממכון קרנגי בסטנפורד, קליפורניה, הכולל את פרופ' קנת קלדירה וד"ר לונג קאו. חלק עיקרי מהעבודה התבצע במכון הבין־אוניברסיטאי למדעי הים באילת, בעזרת צוות הטכנאים של המקום

שחר דולב

נכנסים לגמילה

כמו בכל תהליך גמילה, העולם אמור לעבור קריז קשה בדרך לשחרור מהתלות בנפט ובפחם. עידן אנרגיה חדש לפנינו, ומי שיבצע את המהפך במהירות וביעילות יזכה בכל הקופה

שדות נפט בוערים / ויקישיתוף

■ **"ההתמכרות שלנו לנפט עושה את התחממות כדור הארץ קשה יותר, את רודני הנפט חזקים יותר, את האוויר הנקי מזוהם יותר, את העניים עניים יותר, את המדינות הדמוקרטיות חלשות יותר ואת הטרוריסטים הקיצוניים עשירים יותר"**

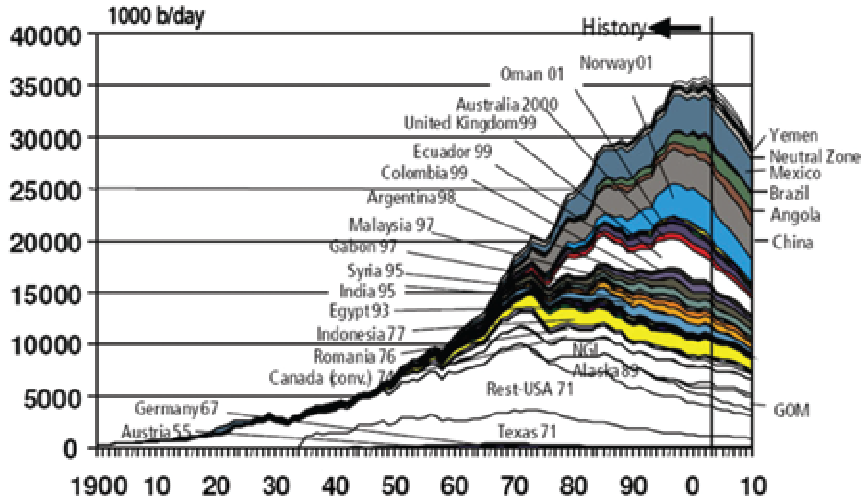
(טום פרידמן, "חם, שטוח וצפוף")

בסרט עטור האוסקרים "זה ייגמר בדם" מגלם דניאל דה־לואיס הנפלא את דמותו של איל הנפט האמריקאי דניאל פליניו, שמחסל את כל מי שניצב בדרכו להשתלט על מאגרי הזהב השחור. לכאורה מדובר באמריקה, שבה המרדף אחרי העושר הפך כבר מזמן לשיגעון. למעשה, הסרט הוא משל על העולם כולו, שבו המרוץ אחרי נפט ואנרגיה זולה מעוור את עיני כולנו מלראות את האלימות, ההרס והנזק הסביבתי שלא ניתנים יותר לתיקון.

מאה השנים האחרונות היוו שיא של התפתחות תעשייתית וטכנולוגית. חגיגת אנרגיה בלתי פוסקת, שבה נשרפים מיליארדי טונות של נפט ופחם בכדי להעלות את רמת החיים של האדם. אנרגיה זמינה וזולה יחסית אפשרה למערב לחגוג תוך התעלמות מנזקים לסביבה, מזיהום ומהרס. גז אחד – פחמן דו־חמצני הנמצא בריכוז של 0.04% באטמוספירה – אותת לנו שהחגיגה חייבת להיפסק. מדובר בעננה, למעשה בשלוש עננות קודרות, המרחפות כיום מעל ראשינו ודורשות התייחסות וטיפול מיידיים.

העננה הראשונה מגיעה מהאטמוספירה. ישנה כיום הסכמה כמעט מוחלטת בין המדענים על כך שאנו נמצאים בתהליך של שינוי אקלים גלובלי – הטמפרטורה הממוצעת עלתה במהלך המאה ה־20 בכ־0.8 מעלות צלזיוס. מרבית מדעני התחום מסכימים על כך שהגורם לשינויים אלה הוא עלייה בריכוז גזי חממה באטמוספירה – בעיקר הפחמן הדו־חמצני, אך גם גזים נוספים כדוגמת מתאן וחנקן תת־חמצני (N_2O).

כמות גדולה של פחמן דו־חמצני נפלטת



גרף 1: תפוקת הנפט העולמית מחוץ לאופ"ק וברה"מ לשעבר. אנו מפיקים נפט כבר 150 שנים (באר הנפט המסחרית הראשונה החלה להפיק נפט בשנת 1858 בקנדה), כך שיש עוד כ־150 שנים נוספות בהן נוכל להפיק נפט. אך מיום מסוים בעשור הקרוב, התפוקה העולמית תחל לרדת. בתרשים ניתן לראות כי רוב המדינות מפיקות הנפט עברו את שיא התפוקה (ליד שם המדינה מצוינת שנת השיא), כך שהמדינות המפיקות חייבות להוסיף 230 מיליון חביות בשנה רק כדי לשמור על התפוקה יציבה.

בתהליך השריפה של נפט, פחם ומקורות אנרגיה דומים – אותם תהליכים תעשייתיים שהפכו את חיינו לנוחים ונעימים כל־כך. המדענים קוראים לעצור מייד את הגידול בפליטת גזי החממה כך שהטמפרטורה הממוצעת לא תעלה בעתיד מעל שתי מעלות צלזיוס. לשם כך על מדינות העולם לצמצם את פליטות גזי החממה עד שנת 2050 ב־50 אחוז ביחס לפליטות בשנת 1990. מאחר והמדינות המתפתחות דורשות כי חלקן בנטל יהיה קטן יותר, נגזר על מדינות המערב לצמצם כ־80 אחוז מפליטות גזי החממה עד 2050! משמעות העמידה ביעד זה היא צמצום דראסטי בכמות האנרגיה העומדת לרשות כל אדם במערב, ובאופן דומה גם פגיעה משמעותית ברמת החיים.

העננה השנייה מגיעה מאסיה. אנרגיה זולה היא מפתח לצמיחה ולעושר, ומדינות העולם השלישי מצטרפות כיום למרוץ לצמיחה. ההתפתחות כלכלית מואצת מתרחשת במדינות דרום־מזרח אסיה, בעיקר בסין ובהודו. מאות מיליוני תושבים במדינות אלו יוצרים ביקושים אדירים למוצרי צריכה ולשירותים, ובמקביל גם לכמות גדולה והולכת של אנרגיה וחומרי גלם.

עד למשבר הכלכלי האחרון בספטמבר 2008 היינו עדים לעלייה מטאורית במחירי הנפט והפחם, במקביל לעלייה בשווקי המתכות, המינרלים והמזון. המשבר הכלכלי מיתן מעט מגמה זו, אך תחזיות הכלכלנים הן כי עם היציאה מהמיתון תתחדש המגמה ביתר שאת. הביקוש לאנרגיה במזרח יגבר, הפליטה לאטמוספירה תתחזק ומחירי האנרגיה יאמירו.

העננה השלישית מגיעה ממעמקי האדמה – ממגבלת כמויות הנפט והגז. בשנת 1956 מצא גיאולוג צעיר בחברת "של" (Shell), מריון קינג האברט (Hubbert), כי הפקת נפט בשדה מתוארת על־ידי "עקומה לוגיסטית". זוהי עקומה המתארת ניצול משאבים – בתחילה ישנו תהליך בו התפוקה מהמשאב עולה (ככל שלומדים כיצד להפיק אותו ביעילות), לאחר מכן ישנו שלב סטטי בו התפוקה מתייצבת, ולאחר מכן, עם הידלדלות המשאב, יורדת התפוקה עד שמגיעה לאפס. אחד המאפיינים המרכזיים של עקומה זו הוא כי שיא התפוקה מגיע בערך עם הפקת מחצית מהמחצב. עקומה זו (הנקראת "עקומת האברט", ראה

>>

<< גרף 1 בעמוד קודם) נבדקה על שדות רבים ומדינות שונות ונמצאה מדויקת.

ניתן לחשב עקומה זו לכלל שדות הנפט בעולם. לרוע המזל, הנתונים על עתודות הנפט בעולם הינם בגדר סודות אסטרטגיים של המדינות המפיקות, ולעיתים נעשה בהם שימוש פוליטי כך שהמספרים הגלויים אינם מדויקים. אך כאשר מנסים להעריך את מצב העתודות על סמך היסטוריית התפוקה, מתבררת תמונה עגומה למדי. רוב המדינות המפיקות בעולם עברו את שיא תפוקה שלהן. המפיקות הגדולות ביותר – ערב־הסעודית, רוסיה, איראן – עדין לא הגיעו לשיא, אך עקב ירידת התפוקה במדינות האחרות, הן נאלצו בשנת 2008 להוסיף 230 מיליוני חביות נפט רק כדי לשמור על יציבות התפוקה העולמית (ראו גרף 2). הכלכלן הראשי של הסוכנות הבינלאומית לאנרגיה (International Energy Agency – IEA), שהוא ארגון שמרן למדי, התראיין לאחרונה לעיתון "אינדיפנדנט" ואמר כי שיא התפוקה העולמי צפוי להגיע במהלך העשור הקרוב.

עולם במשבר

אם ננסה לשרטט מה צפוי לנו תחת שלוש ענּנות אלו נגלה עולם שונה מאוד מהעולם אותו אנו מכירים. האנרגיה המסורתית תהיה יקרה ומוגבלת. מגבלות פליטות והסכמים בינלאומיים לא יאפשרו לייצר אנרגיה ממקורות פוסיליים מעל לסף מסוים. יישום אמצעי הפחתת הפליטות (מסננים, טכנולוגיה מתקדמת, תהליכי תפיסת וקבירת הפחמן) יהיה כרוך בעלות כבדה, שמימונה יוטל על האזרחים. במקביל, הידלדלות מקורות הנפט וזמן קצר לאחר מכן, הגז, יביאו להאמרת מחירים נוספת.

היות והאנרגיה הינה תשומת בסיס בכל מוצר בו אנו משתמשים, יעלו מחירי המוצרים והשירותים יחד עם מחירי האנרגיה, ויוותירו בידי האזרחים הכנסה פנויה קטנה יותר. כתוצאה מכך תואט הפעילות הכלכלית והכלכלה העולמית תיגרר למיתון מתמשך שיתבטא בירידה ברמת החיים.

מדובר בתחזית. תחזיות אמנם יכולות להתבדות, אבל חשוב יותר – על סמך התחזיות ניתן להתכונן, להיערך ואולי אפילו להצליח ולשפר את מצבנו. שוודיה, למשל, הכריזה כי עד שנת 2020 תשתחרר מהתלות בנפט. ברוב מדינות העולם נערכים למהלכים דומים ומדינות שיובילו את חקר ופיתוח תחליפי האנרגיה יזכו לפריחה.

דלקים מהגיהנום או דלקים מהשמיים?

הכיוון הראשון הוא שימוש במקורות אנרגיה מתחדשים – "דלקים מהשמיים"־ כדוגמת שמש, רוח, גלים, גאות, סכרים הידרואלקטריים ומקורות גיאותרמיים. מקורות אלה אינם מתכלים, ולכן לא יושפעו משיא תפוקת הנפט או מהביקושים הגואים במזרח. גם השימוש בהם כמעט ואינו גורר פליטה של גזי חממה. כיום מהווים מקורות אלה כשמונה אחוז מאספקת האנרגיה בעולם.

לצערנו, בישראל השימוש במקורות אלה מוגבל. אין לנו נהרות גדולים המאפשרים בניית סכרים הידרואלקטריים, לא התברכנו ברוח חזקה או בגאות עצומה, וגם הגלים בים התיכון לא יצלחו להפקת אנרגיה בכמויות ניכרות. האפשרות המשמעותית היחידה עבורנו היא ניצול אור השמש. אך קרינת השמש מפוזרת על פני המרחב וכדי לנצלה יש לאסוף אותה משטחים רבי־היקף באמצעות חוות קולטים עצומות. הניצולת הנמוכה של הקולטים (רק 10־20 אחוז מאור השמש מומר לחשמל) מחייבת שימוש בשטחים רבים אף יותר. ישראל ענייה בשטחים פתוחים ולכן אפשרות זו, על אף קסמה הרב, הינה בעייתית עבורנו.

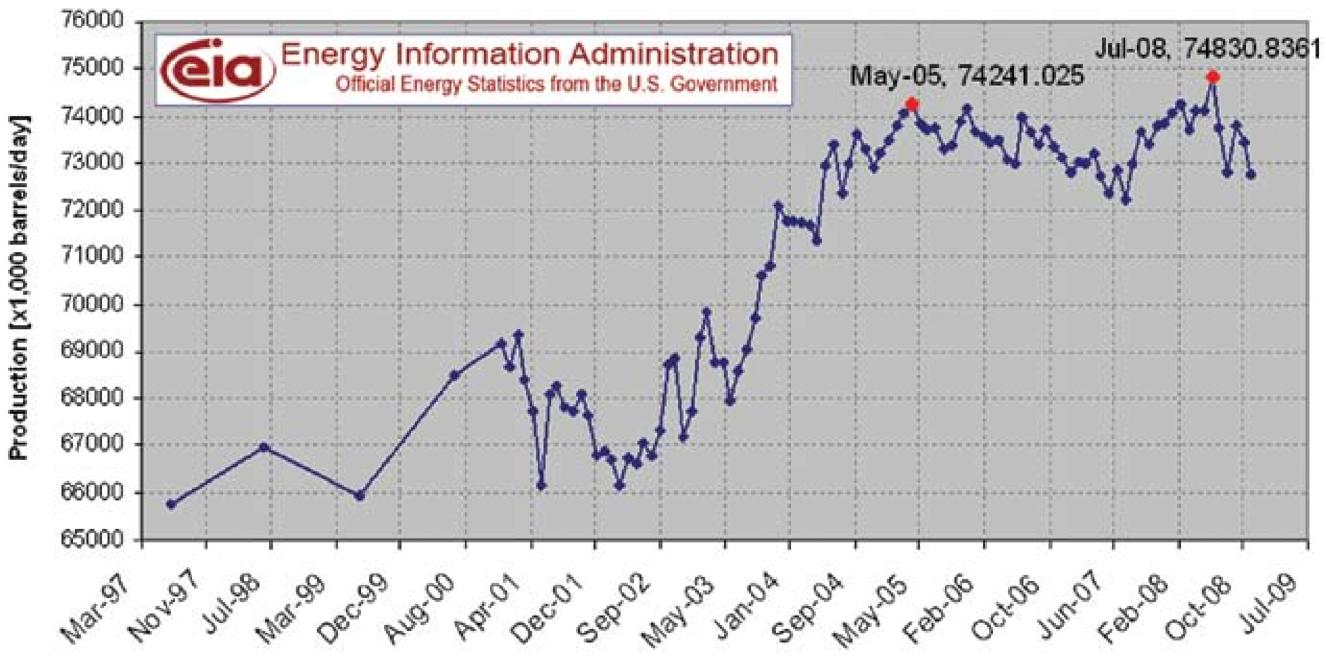
בעיה אופיינית בשימוש במקורות מתחדשים, כמו שמש ורוח, היא חוסר יציבות. ענן המכסה את עין השמש יגרום לירידה משמעותית בתפוקת השדה, ולאחר שיחלוף יחזור השדה לתפוקה מלאה. כיום אין יכולת למנהלי רשת החשמל להגיב לשינויים מהירים אלה וישנו מאמץ עולמי לפתח "גריד חכם", שיהיה מסוגל לטפל בדינמיות של המקורות המתחדשים. אפשרות לפיתרון היא באמצעות אגירת האנרגיה. בין אם בסוללות ענק, ובין אם באמצעות "אגירה שאובה" – מתקן הכולל שני מאגרי מים, גבוה ונמוך. כאשר מייצר השדה חשמל, משתמשים בחלק מהאנרגיה בכדי לשאוב מים מהמאגר הנמוך לגבוה, וברגע שתפוקת השדה צונחת – מזרימים את המים במורד דרך טורבינה לייצור חשמל.

אי־היציבות של מקורות אלה גורם לכך שהם מייצרים חשמל רק במשך 20־30 אחוז מהזמן. כך שבכדי להחליף תחנה קונוונציונאלית בת אלף מגהוואט בשדה סולארי, יש להקים שדה בן 4,000 מגהוואט ולדאוג ליכולת אגירה של האנרגיה. העלות של שדה כזה בתוספת מערכות האגירה גבוהה בשלב זה בהרבה מעלות תחנה קונוונציונאלית.

כיוון אחר לפיתרון הוא מעבר לאנרגיה גרעינית. כיוון שדלק גרעיני אינו נשרף, הוא אינו גורר באופן ישיר פליטה של גזי חממה. גם כמות האורניום כיום גדולה למדי ובקצב השימוש הנוכחי תספיק למאה שנים לפחות. שימוש בדלקים גרעיניים בכורים הנוכחיים מהווה בעיה מהותית – רק אחוזים בודדים מהאנרגיה האגורה בדלק מנוצלת בכור, ושאר האנרגיה תשתחרר במשך 200 אלף השנים שלאחר מכן כקרינה רדיואקטיבית בפסולת שייצר הכור. בהתחשב בעובדה שהמאובן הקדום ביותר של ההומו־ספיאנס הוא בן כ־200 אלף שנים, אפשר להבין ששימוש בטכנולוגיה הקיימת יוצר בעיה סביבתית חמורה, שעלולה לגמד את בעיית ההתחממות הגלובלית לדורות רבים.

ישנן שלוש טכנולוגיות גרעיניות שנמצאות בפיתוח ואולי תוכלנה לפתור בעיות אלו בעתיד:

כורי דגירה: בכורים אלו תוצרי הביקוע הופכים לדלק גרעיני וממשיכים להתפרק במורד הטבלה המחזורית עד שרוב הדלק הופך לעופרת. בכורים אלה מנוצלת רוב האנרגיה האגורה בדלק, כך שיש צורך בכמות



גרף 2: נתוני סוכנות האנרגיה האמריקאית (Energy Information Agency - EIA) לגבי תפוקת הנפט העולמית. ניתן לראות כי ממאי 2005 התקשתה התפוקה העולמית לעלות. ניתן להסיק מכך (ומעוד סימנים המעידים על מאמצים מיוחדים של המדינות המפיקות "לסחוט" מהבארות את טיפותיהן האחרונות) כי אנו קרובים מאוד לשיא התפוקה העולמית

קטנה של דלק בכדי להפעיל את הכור עשרות רבות של שנים, והפסולת תהיה רדיואקטיבית "רק" במשך כמאה שנים.

היתוך גרעיני: במקום הכורים הקיימים המתבססים על ביקוע יסודות כבדים, ניתן לבצע היתוך של מימן להליום הכבד ממנו – בדיוק כמו בליבת השמש. זו טכנולוגיה נקייה שאינה פולטת פסולת רדיואקטיבית. להיתוך בעיות טכניות רבות ובמשך 60 השנים האחרונות לא הצליחו מדענים לגרום לכורי היתוך לייצר יותר אנרגיה מזו שהשקיעו בהם. כיום, פרויקט הדגל בטכנולוגיה זו הוא הכור איטר (ITER) בדרום צרפת, שנבנה בשיתוף פעולה של שבע מדינות. בשנת 2018 אמור הכור לייצר לראשונה יותר אנרגיה מזו שתושקע בו ולסלול את הדרך לכורים מסחריים.

היתוך קר: בניגוד להיתוך המתבצע בטמפרטורה של עשרות מיליוני מעלות, מתפרסם מדי כמה שנים ניסוי שבו לכאורה הושג היתוך "קר" (בטמפרטורת החדר) והקהילייה ממהרת לבחון אם אכן יש ראיות להיתוך כזה. בימים אלה נבדקים דיווחים של חוקרים ישראלים, הטוענים כי הצליחו לבצע היתוך במבחנה. אם אכן יתברר כי יש ממש בטענותיהם, הרי שמדובר בפריצת דרך.

טכנולוגיות אלו נמצאות בשלבי בחינה ראשוניים ולא תהיינה שמישות ברמה מסחרית בעשורים הקרובים. לכן עלינו לחפש פיתרונות מהירים נוספים. הכיוון המסתמן כיום הוא צמצום הביקושים לאנרגיה וייעול הצריכה. חלק ממדינות המערב מגבילות כיום את צריכת הדלק במכוניות, אוסרות על שימוש בנורות ליבון או במזגנים שאינם יעילים ומחוקקות תקנות חיסכון שונות. פיתוחים טכנולוגים לחיסכון באנרגיה מתרחשים בין השאר בתחומי הבנייה והאדריכלות, התחבורה, ייצור מנועים ואספקת חשמל.

ייעול השימוש באנרגיה יכול להיות מושג באמצעות תכנון חכם. בנייה ותכנון מודעי אנרגיה – בנייה המתייחסת לכיווני תאורה ורוח, בידוד, הצללות, ואוורור – יכולים לחסוך עשרות אחוזים בביקושי האנרגיה למיזוג ולתאורה במבנים. במקביל, התכנון העירוני משפיע באופן מהותי על צריכת הדלק לתחבורה, תכנון מושכל מאפשר הליכה ברגל לבית־הספר, לעבודה ולמכולת, ומונע את הצורך בשימוש ברכב הפרטי.

תהליכים אלה אמנם עולים כסף, אך החיסכון עקב צמצום השימוש באנרגיה מאפשר להחזיר את ההשקעה, לעיתים תוך מספר חודשים. ה־IEA צופה כי יותר מ־50 אחוז מהחיסכון בפליטות בעולם המערבי יתרחש דרך תהליכי התייעלות אלה. ככל שנטמיע תהליכים אלה מוקדם יותר בכלכלה הישראלית, כך ניצור שוק פעיל למוצרי התייעלות, שיוכל בעתיד לשמש כמנוע ייצוא וצמיחה, כאשר כלכלות העולם יכרעו תחת נטל הפחתת הפליטות וצמצום התלות בדלק הפחמני.

shahar@energia.org.il

ד"ר שחר דולב הוא מנהל המחקר בפורום הישראלי לאנרגיה

דני גוטוויין

ההתחממות כמשל

לא ניתן להפריד בין משבר האקלים לבין מצב הכלכלה העולמית. הוויכוח בין שתי אידיאולוגיות - זו של השוק החופשי וזו הסוציאל־דמוקרטית - עומד היום בליבו של הדיון האקולוגי־חברתי־מדעי. איך הפכה התנועה הירוקה להצלת כדור הארץ לאיום הממשי ביותר על חסידי הקפיטליזם, ומה הסיכוי שממשל אובמה יתערב במשבר האקלים כפי שעשה במשבר הכלכלי

■ גירסת ה־D.V.D של "**אמת מטרידה**", סרטו של סגן נשיא ארצות הברית לשעבר, אל גור, שהציב את סכנת ההתחממות הגלובלית במוקד הדיון הציבורי, הופצה בנובמבר 2006, שבוע לאחר פטירתו של מילטון פרידמן, מבשר הניאו־ליברליזם וחתן פרס נובל לכלכלה. היה זה אמנם רק צירוף מקרים, אך צירוף מקרים מאתגר. במאמר הספד ביקורתי, תחת הכותרת "מי היה מילטון פרידמן", הצביע אחד מראשי מבקריו, גם הוא חתן פרס נובל לכלכלה, פול קרוגמן, על הסתירה שבין הקפדנות המקצועית של פרידמן כתיאורטיקן כלכלי לבין חוסר היושר האינטלקטואלי שאפיין אותו כתועמלן של השוק החופשי. סתירה זו, המאירה את זיקת הגומלין שבין תיאוריה, מדיניות ותעמולה, משתקפת גם בכמה מהמחלוקות המלוות את הדיון בהתחממות הגלובלית, ועשויה לספק מפתח לבירורן.

שתי מהפכות עיצבו את המחשבה הכלכלית במאה ה־20, מסביר קרוגמן. את המהפכה הראשונה חולל ג'ון מיינרד קיינס, ששבר בשנות ה־30 את שלטון האורתודוקסיה של השוק החופשי ויצר את הכלים למעורבות רחבת היקף של המדינה בכלכלה. את המהפכה השנייה הוביל בשנות ה־70 מילטון פרידמן, שנישל את התיאוריה הקיינסיאנית ממעמדה, דחה את רעיון ההתערבות הממשלתית, קידם את המוניטריזם והחזיר את ההגמוניה של הלסה־פר (Laissez Faire) והתחרות החופשית. ההתרחשויות הכלכליות בארצות הברית ובעולם בשלושת העשורים האחרונים, טוען קרוגמן, מלמדות על כישלון המוניטריזם והשוק החופשי, כמו גם על יתרון הנחותיו של קיינס על אלה של פרידמן. לפיכך, אם בשנות ה־70 הקרקע הייתה בשלה למהפכה של פרידמן נגד הכלכלה הקיינסיאנית ונגזרותיה, הרי שעתה זקוק העולם, מדגיש קרוגמן, למהפכת נגד למהפכת הנגד של פרידמן.

קריאתו של קרוגמן למהפכת נגד תיאורטית – שהושמעה עוד בטרם החל המשבר הכלכלי הנוכחי, שרק מדגיש את נחיצותה – משקפת את הכשל המאפיין את הדיון הציבורי במדיניות הכלכלית בשני העשורים האחרונים. סתירותיו של הניאו־ליברליזם, שמצאו ביטוי במשברים כלכליים ופוליטיים חוזרים, עוררו אמנם מגוון ביקורות מנומקות, אך לא תיאוריה כלכלית נגדית שתערער על ההגמוניה שלו ותירש אותו. בהעדר חלופה תיאורטית הוסיף הפרידמניזם לשמש כציר השיח הכלכלי, כשהמתקפות נגדו רק מחזקות את מעמדו כנקודת ייחוס.

אני רוצה לטעון כאן כי הדיון בהתחממות הגלובלית ובמשבר האקלים ממלא היום בשיח הציבורי העולמי תחליף חלקי, לעיתים כוזב, למהפכה התיאורטית כנגד הניאו־ליברליזם ונגזרותיו.

הוריקן קתרינה

נקודת המפנה שמציינת את הפיכתו של הדיון בהתחממות הגלובלית למסגרת רווחת לדיון בכשלי השוק החופשי, הייתה ההוריקן קתרינה והחורבן שחולל בניו־אורלינס באוגוסט 2005. עד אז נקשר משבר האקלים בעיקר עם גורל אזורי הספר של החברה התעשייתית – מפולות קרחונים בחוג הקוטב, שיטפונות באסיה, התייבשות ומִדבור באפריקה, וכדומה. לפיכך, למרות העניין הגובר בגילוייה הצרכניים והמוסריים של "איכות הסביבה", עוררו ההיבטים החברתיים והמדיניים של התחממות כדור הארץ תשומת לב מוגבלת בדעת הקהל במערב.

קתרינה הפכה את ההתראה, שהעולם התעשייתי הולך ונעשה קורבן לגזי החממה שהוא מייצר, מאיום מעורפל לממשות קטלנית. הניסיון להסביר את מראות ההרס והסבל שהגיעו מניו אורלינס, העלה על סדר היום את סוגיית השפעת התחממות האוקיינוסים על עוצמתן הגוברת של סופות ההוריקן, וכפה התמודדות עם אחריותו של הסדר הניאו־ליברלי לאופי ולממדי הנזקים שהן גורמות. כך נחשף כי תוצאות פירוק "החברה הגדולה" התגלו לא רק במצב הירוד של התשתיות הפיזיות, שאמורות היו להגן על התושבים והרכוש מפני הסופה, אלא בעיקר בהעדרם של שירותי רווחה, שהחריף את תוצאותיה החברתיות.

ואמנם, מדיניות השוק החופשי שהפקירה את תושבי ניו אורלינס ותבעה מהם "לעזור לעצמם", הפכה את המעמדות הנמוכים חסרי האמצעים, אפרו־אמריקאים בעיקר, לקורבנות המיידיים של ההרס. כך אילצה קתרינה את ארצות הברית והעולם להתמודד עם זיקת הגומלין בין אקלים לכלכלה ובין סביבה לחברה, והפכה את ההתחממות הגלובלית למסגרת דיון בניאו־ליברליזם ובהשלכותיו.

ביטוי חד לשינוי שחוללה קתרינה ביחס להתחממות הגלובלית ניתן למצוא ברבי־המכר של טום פרידמן, בעל הטור המשפיע לענייני חוץ ב"ניו יורק טיימס". **ב"העולם הוא שטוח: העולם הגלובלי – החיים במציאות חדשה"**, שהתפרסם באפריל 2005, כארבעה חודשים לפני קתרינה, תופסת ההתחממות הגלובלית מקום זניח. לעומת זאת, **ב"חם, שטוח וצפוף: מדוע אנו זקוקים למהפכה הירוקה ואיך היא תחדש את אמריקה"**, שהופיע בקיץ 2008, מהווה כבר ההתחממות הגלובלית את ציר הטיעון של הספר.

ב"חם, שטוח וצפוף" מנכס פרידמן חלק מטיעוניו של אל גור, כדי להיאבק בפוליטיקה שלו. בספרו "**אמת מטרידה**", שהוא מעין גירסה מודפסת של הסרט, מדגיש גור כי אחת הסיבות ל"**התנגשות עצומה וחסרת תקדים בין הציוויליזציה שלנו לבין כדור הארץ**" היא, "שרבים כל־ >>

שוק סחורות בפעולה / ויזואלפוטו

מילטון פרידמן / ויקישיתוף

כך מאיתנו" נמצאים עליו. לדבריו, הגידול המהיר באוכלוסיית העולם יוצר "**דרישה גדולה יותר למזון, מחסה, מים ואנרגיה**", המגבירה את הלחץ על משאבי כדור הארץ ומאיצה את ההתחממות הגלובלית. פרידמן מאמץ טענה זו ומסביר, כי לאחר קתרינה התברר לו כי ישנם עוד שני כוחות, "**המשפיעים על כוכב הלכת שלנו בדרכים מהותיות**: **התחממות כדור הארץ והגידול מרקיע השחקים של האוכלוסייה העולמית**".

אלא שפרידמן מאמץ את הגדרת הבעיה של גור, רק כדי לערער על הפתרון שהוא מציע. גור מצביע על דמיון בין אתגר ההתחממות הגלובלית לבין האתגר שהציב בשעתו החור בשכבת האוזון. בעיית האוזון הייתה, לדבריו, תולדה של גורמים "**כלל עולמיים**", ופתרונה דרש, לפיכך, "**שיתוף פעולה של אומות העולם**"; תיאום בינלאומי הוא, לפי גור, גם המפתח להצלחת המלחמה בהתחממות הגלובלית, והוא מדגיש את חשיבותה המכרעת של אמנת קיוטו, כ"ברית בינלאומית הקובעת יעדים להגבלת פליטתם של גזי חממה", בהתמודדות זו. בניגוד לגור, ממעיט פרידמן בחשיבותו של הסדר בינלאומי כאמצעי למאבק בהתחממות ומפקפק ביעילותה של אמנת קיוטו. לעומת זאת, הוא מדגיש את חשיבות הפעולה החד־צדדית של ארצות הברית, שתסייע לחדש את מעמדה כמעצמה. לדבריו:

"**איני מתנגד לאמנות אקלים עולמיות, כמו פרוטוקול קיוטו, אבל אני חושב שיש להן רק סיכוי מועט לחולל את ההשפעה שחסידיהן צופים להן. הניסיון לאכוף צו על כל המדינות החתומות על האמנה יהיה אתגר אינסופי – לא פחות קשה מהמאמץ לשכנע אותן להסכים לה מלכתחילה.**

"**הייתי מעדיף להשקיע את מרצנו ביצירת מודל אמריקאי כה משכנע, עד שמדינות אחרות ירצו לאמץ אותו... ארצות רבות ובני אדם רבים ברחבי העולם יחקו אותנו מרצונם; רבים יותר מכפי שיעברו לירוק בכפייה, מכוחה של אמנה עולמית כלשהי. לאמריקה ירוקה באמת יהיה ערך גדול פי כמה מחמישים פרוטוקולי קיוטו. חיקוי תמיד יעיל יותר מכפייה**".

בהמשך לספק שהוא מטיל ביעילותו של שיתוף פעולה בינלאומי, רואה פרידמן במאבק בהתחממות הגלובלית הזדמנות לחיזוק כוחה של ארצות הברית על־ידי רגולציה ממשלתית, שתהפוך אותה למובילה בנושאי דלק וסביבה. הפיכת אמריקה לירוקה, הוא מסביר, אינה "פינוק מוסרי נאיבי", אלא הדרך שבה תשוב ארצות הברית "להנהיג את העולם במשימה האסטרטגית ובסוגיה הערכית החשובות ביותר של התקופה". הירוק אינו "מעשה צדקה", אלא "צורה חדשה של יצירת כוח לאומי", שבאמצעותה תחזיר לעצמה ארצות הברית את זהותה ואת ביטחונה העצמי. ולכן, הירוק הוא "אינטרס ליבה של הביטחון הלאומי והכלכלה".

לשם כך תובע פרידמן לנקוט מדיניות של התערבות ממשלתית, שתעודד חדשנות בתחום ייצור האנרגיה הנקייה באמצעות "תמריצי מס ואמצעי הרתעה ותקנות שיעוררו את השוק". בהתערבות זו לא יהיה כל חדש, הוא מרגיע, שכן כבר עתה אין בארצות הברית שוק חופשי בתחום האנרגיה, והממשל מעניק עדיפות לשימוש בנפט, פחם וגז, ולכן מדובר בהמשך מדיניות ההתערבות, אך בשינוי כיוונה.

ואולם, למרות "ששווקים הם כמו גינות – צריך לתכנן אותם", פרידמן מבהיר כי על הממשל להגביל את התערבותו לצורך יצירת התנאים לחדשנות, ולהימנע מלקחת חלק בייזומה. הוא מזהיר מפני "פרויקט מנהטן" לייצור אנרגיה ירוקה ומדגיש כי הפתרון "לא יימצא באמצעות ויסות". להפך, רק השוק החופשי יידע לעודד חדשנות ולהקצות הון לפריצות דרך טכנולוגיות ולמסחר אותן, שכן "**רק דבר אחד גדול יותר מאמא טבע, והוא אבא רווח**". הירוק, קובע פרידמן, הוא "**יותר פטריוטי, יותר קפיטליסטי ויותר גיאו־אסטרטגי**". הירוק הוא הדרך לעשות את אמריקה למדינה "חזקה יותר", וגם ל"חזקה ביותר".

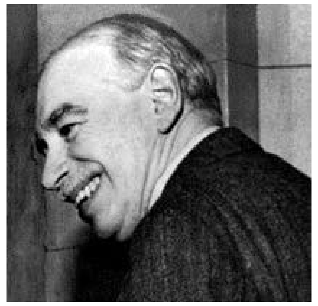
פרידמן מאמץ אפוא את השיח הירוק כדי לערער על מדיניות קיוטו, הרואה בהסדרה בינלאומית מחייבת, על בסיס של הסכם בין ממשלות, את הדרך למאבק בהתחממות הגלובלית, ומקדם מדיניות מנוגדת של פעולה חד־צדדית, שתחליף את שיתוף הפעולה הבינלאומי בהובלה מעצמתית של ארצות הברית.

אלא שגם פתרון פטריוטי זה, מציין פרידמן, עתיד לעורר את התנגדותם של החוגים השמרניים בארצות הברית, שכן הם "**פשוט מסרבים להכיר במציאות של שינוי האקלים, מפני שהם שונאים את הפתרון – יותר רגולציה והתערבות ממשלתיות**". משמע, מקור ההתנגדות למאבק בהתחממות הגלובלית אינו בערעור על הנחותיה המדעיות, אלא בחשש מפני השלכותיה החברתיות.

"ככל שסכנת ההתחממות הגלובלית הפכה לאמת מקובלת, כך התחזקה תנועה נגדית של ספקני ומכחישי ההתחממות, שבה בלטו שמרנים וחסידי השוק החופשי. אלה העצימו את קולות הביקורת המדעית כנגד תֶזת ההתחממות והשתמשו בהם למאבק במסקנותיה הפוליטיות והכלכליות"

סכנה – קומוניסטים

ואכן, ככל שסכנת ההתחממות הגלובלית הפכה לאמת מקובלת, כך התחזקה תנועה נגדית של ספקני ומכחישי ההתחממות, שבה בלטו שמרנים וחסידי השוק החופשי. אלה העצימו את קולות הביקורת המדעית כנגד תֶזת ההתחממות והשתמשו בהם למאבק במסקנותיה הפוליטיות והכלכליות. ראש ממשלת ספרד לשעבר, חוזה מריה אסנר, נתן ביטוי לספקנות בנכונות ההתחממות, כאשר טען כי שינוי האקלים אינו תופעה ממשית, אלא "**תיאוריה מוטלת בספק מבחינה מדעית**" ויצא נגד "**נושאי הדגל של האפוקליפסה של ההתחממות הגלובלית... החותרים להגביל את חירויות הפרט בשם מטרות אציליות... כשם שעשו הקומוניסטים**". אחד הלוחמים הבולטים כנגד "תעתוע ההתחממות" הוא נשיא צ'כיה וראש ממשלתה לשעבר, וצלב קלאוס. במאמר הנושא את הכותרת "**החירות, לא האקלים, היא בסכנה**", הגדיר קלאוס מחדש את קווי המתאר של המחלוקת והדגיש כי ההתחממות הגלובלית היא סוגיה חברתית יותר מאשר מדעית, והיא עוסקת בחירות האדם יותר מאשר בשינויים מזעריים בטמפרטורות.



ג'ון מיינרד קיינס / ויקישיתוף

לדבריו, האיום הגלום בסביבתנות "לחופש, לדמוקרטיה, לכלכלת השוק ולשגשוג" גדול אף מזה שהיווה הקומוניזם, שכן הסביבתנות חותרת להחליף את ההתפתחות החופשית של האדם בתכנון מרכזי גלובלי.

בעוד שמתריעי ההתחממות מנמקים את הוויסות הממשלתי הנדרש לבלימתה בכורח אקולוגי אובייקטיבי, מדגישים מכחישי ההתחממות את הכוונות הפוליטיות שמאחוריו. "תעתוע ההתחממות", לשיטת המכחישים, הוא מעין "דוקטרינת הלם" שנוקטים גורמים רדיקליים וסוציאליסטיים: הם מעוררים בהלת שווא, הופכים אותה לאופנה תקינה פוליטית ומשתמשים בה כדי לתקוף את שיטת השוק החופשי. פיליפ ברנן, עיתונאי שמרן מחסידי איין ראנד, ביטא חשד זה בצורה הגלויה ביותר כשטען, כי "**ההתחממות הגלובלית משמעה סוציאליזם**", וכי "**המטרה האמיתית מאחורי תנועת ההתחממות הגלובלית הוא כינון של סדר עולמי סוציאליסטי בפיקוח האו"ם**".

העברת מוקד הדיון מן המדעי אל הפוליטי חושפת קושי מהותי בעמדתם של חסידי השוק החופשי מקרב המכחישים: גם אם ההתחממות הגלובלית אינה מעשה ידי אדם, אלא תופעה אקלימית מחזורית, וגם אם אסונות טבע דוגמת קתרינה הם תופעות מקריות, עדיין דרושה התמודדות עם השלכותיהם החברתיות, מה שבכל מקרה מחזיר את סוגיית ההתערבות הממשלתית למוקד הדיון.

מכחישי ההתחממות נאבקים אפוא לחשיפת טיבו של "תעתוע ההתחממות" כמסווה למלחמה לביטול השוק החופשי ולכינון כלכלה מתוכננת בהיקף עולמי. אם נתעלם מתיאוריית הקשר הנרמזת מטיעוניהם, הרי שתיאורם את התוצאות הכלכליות־חברתיות הצפויות של ההתערבות הממשלתית הנדרשת למאבק בהתחממות הגלובלית, הוא בהחלט מדויק ואמין. המשמעות של יישום פרוטוקול קיוטו וצעדים נוספים שמטרתם צמצום פליטת גזי החממה ומעבר לאנרגיות נקיות, היא כינון מערך מדינתי ועולמי של מעורבות ממשלתית הולכת ומעמיקה במערכות הייצור. זו תגביל, בסופו של דבר, את השוק החופשי ותקטין את שליטתו של ההון בכלכלה כפי שהיא מוכרת כיום.

המאבק בהתחממות הגלובלית כרוך אפוא בצעדים הסותרים את "האמת המקובלת" הניאו־ליברלית, השולטת בשיח הציבורי, בדבר מגרעות המעורבות הממשלתית ויתרונות השוק החופשי. קונסנזוס ניאו־ליברלי זה הוא מעין "נוכח נפקד" במחלוקת על ההתחממות הגלובלית: למתריעי ההתחממות הוא מכתיב להתמקד בבעיה ולהצניע את המעורבות הממשלתית העומדת במוקד הפתרונות שהם מעלים; ואילו את מכחישי ההתחממות הוא מדרבן להתמקד בפתרונות אלו ולהצביע על כך שהם סותרים את ההיגיון הניאו־ליברלי.

דרוש "ניו דיל"

התהודה הציבורית שעוררה סכנת ההתחממות הגלובלית, שיקפה את מעמדו ההגמוני של המושג "גלובליזציה" כמסגרת לניתוח ופרשנות של הכלכלה, החברה, הפוליטיקה והתרבות מאז הרבע האחרון של המאה ה־20. התפיסה הרווחת של הגלובליזציה, זו המדגישה את זיקת הגומלין ההכרחית והמהותית המתקיימת בינה לבין הקפיטליזם של השוק החופשי, מבוססת על שתי הנחות יסוד כוזבות:

האחת, כרונולוגית: החפיפה בזמן בין התרחבותה והעמקתה של הגלובליזציה לבין עליית הניאו־ליברליזם חוללה כשל פרשני – שחוזר בדיונים היסטוריים – המקנה לבו־זמניות מעמד של סיבה. השנייה, תפקודית: פריצת הגבולות הלאומיים, שאפיינה את הגלובליזציה של הכלכלה בשלהי המאה ה־20, יצרה מראית עין שהפכה את החלשת המדינה וסוכנויותיה, והעברת השליטה בוויסות המשק לידי השוק החופשי וההון הפרטי, לתנאי לצמיחה כלכלית.

ההתחממות הגלובלית אִתגרה את המובן מאליו הניאו־ליברלי. הכחשת ההתחממות על־ידי חסידי השוק החופשי – שנובעת, גם לדבריהם, <<

"הוריקן קתרינה הפך את ההתראה, שהעולם התעשייתי הולך ונעשה קורבן לגזי החממה שהוא מייצר, מאיום מעורפל לממשות קטלנית. הניסיון להסביר את מראות ההרס והסבל שהגיעו מניו אורלינס, העלה על סדר היום את סוגיית השפעת התחממות האוקיינוסים על עוצמתן הגוברת של סופות ההוריקן, וכפה התמודדות עם אחריות הסדר הניאו־ליברלי לממדי הנזקים שלהן ולתוצאותיהן החברתיות"

<< משיקולים פוליטיים יותר מאשר מדעיים – היא תולדה של חוסר יכולתם להתמודד עם תוצאותיה במסגרת ההנחות של השוק החופשי. ההתחממות הגלובלית כהרס עצמי של העולם המתועש – כמו עידן מלחמות העולם לפניה – חשפה את כישלון השוק החופשי, המונע על־ידי שיקולי רווח פרטיים של ההון, לנהל את החברה התעשייתית. באופן דומה, תלותו של המאבק בהתחממות במעורבות ממשלתית ערערה את יומרתו של הניאו־ליברליזם למעמד של "אמת כלכלית" ו"חוק טבע".

ואכן, ההתחממות הגלובלית – כמו גם המשברים הכלכליים החוזרים מאז שנות ה־80, ששיאם במשבר 2008 – חזרו וחשפו סתירה מהותית בין תיעוש לקפיטליזם. החברה התעשייתית התפתחה תוך הרחבה והעמקה מתמשכות של חלוקת העבודה המקומית והעולמית. ההתמחות בקטעים צרים והולכים של תהליך העבודה מגבירה את התלות ההדדית בין היצרנים ומעמיקה את הצורך בהסדרה חברתית של הייצור. הסדרה חברתית של הייצור היא ניגודו של הגיון השוק והתחרות, העומדים ביסוד הקפיטליזם. סתירה זו מועצמת בגלובליזציה של שלהי המאה ה־20, הבולמת את ההרחבה של חלוקת העבודה העולמית באמצעות חוקי המשחק של השוק החופשי.

הקפיטליזם קדם אמנם לתיעוש, אבל הזיהוי הכוזב ביניהם נובע מכך, שהתיעוש התפתח במסגרתו. מכאן ההיסק השגוי כי התיעוש מותנה בקפיטליזם, וכי חברה תעשייתית אינה יכולה להתקיים אלא כחברה קפיטליסטית. מראית עין זו מכסה על הסתירה בין דפוסי הפעולה של התיעוש לאלה של הקפיטליזם. שכפולה של סתירה על־ידי הכפפת הייצור התעשייתי לכללי השוק החופשי הוא המקור למשברי הקפיטליזם בשתי המאות האחרונות, כשם שביטול, או לפחות מיתון, הסתירה שבין הסדָרה לתחרות הוא תנאי למניעת המשברים ולצמצום נזקיהם.

השפל הגדול בין שתי מלחמות העולם – שהיה שיאו של משבר כלכלי מתמשך מאז הרבע האחרון של המאה ה־19 – והתפקיד שמילא ערעור הביטחון החברתי בקריסת הסדר הדמוקרטי ובעליית הפשיזם והנאציזם, הגבירו את ההכרה בחוסר יכולתו המובנית של השוק החופשי לנהל את החברות התעשייתיות על מורכבותן הכלכלית והחברתית.

מנגד, הצלחת מדיניות ה"ניו־דיל" ו"החברה הגדולה" להתמודד עם המשבר בארצות הברית סיפקה הוכחה ליתרון מעורבות המדינה בוויסות הכלכלה ובתכנון החברה. השפל הגדול היה גם הרקע למהפכה הקיינסיאנית, שהעניקה בסיס תיאורטי לתפקיד המדינה בהתמודדות עם המשברים שיוצר השוק באמצעות ניהול מדיניות אנטי־מחזורית. משבר הדמוקרטיה ועליית הפשיזם מכאן, וניסיון הניו־דיל והכלכלה הקיינסיאנית מכאן, נתנו תוקף פוליטי ותיאורטי לביקורת הסוציאל־דמוקרטית, שלאחר מלחמת העולם השנייה תורגמה למדיניות ומוסדה במדינת הרווחה. ואמנם, "הנס הכלכלי" ו"חברת השפע" ביססו את ההגמוניה של מדינת הרווחה במדינות המערב בין מחצית שנות ה־40 למחצית שנות ה־70 של המאה ה־20.

משטר מדינת הרווחה התאפיין בשלושה מעגלי הסדרה ממשלתיים, לאומיים ובינלאומיים, של הכלכלה והחברה, שהתקיימה ביניהם תלות הדדית. המעגל הראשון היה הסכם בינלאומי – הסכם ברטון־וודס – שקבע את הגבולות בין שערי החליפין של המטבעות הלאומיים.

ברק אובמה / ויקישיתוף

היציבות שהעניקה דרך זו לכלכלה העולמית, שימשה כפיגום לכינון ההסדרה הממשלתית ברמה הלאומית. המעגל השני היה אימוץ יעד של תעסוקה מלאה. מימושו של יעד זה חייב את הממשלות השונות לווסת לא רק את שוק התעסוקה, אלא את הכלכלה כולה – מהקצאת אשראי ועד הקמת מפעלים, והפך את היזמות הציבורית – הממשלתית, העירונית וזו של איגודי העובדים –

שוק כספים בפעולה – חופשי או יד מכוונת / ויזואל פוטו

לגורם מרכזי במשקים הלאומיים. המעגל השלישי היה אחריות ציבורית לשירותי רווחה, שרכשו מעמד של זכויות אזרחיות, במטרה להעניק לפרט ביטחון חברתי, שנתפס כתנאי ליציבותה של הדמוקרטיה. כך הפקיע משטר מדינת הרווחה את הסדרת הכלכלה והחברה מידי ההון הפרטי מבלי לבטלו, והעביר אותה לידי גורמים ממשלתיים וציבוריים.

ההון הפרטי חתר להחזיר לידיו את עמדות השליטה שהופקעו ממנו. הוא בנה את כוחו בעיקר על ההתנגדות שעורר האופי הבירוקרטי של מדינת הרווחה, שהביקורת עליה גברה ככל ששירותיה הפכו למובנים מאליהם. מהפכת הנגד של ההון הייתה מהפכת ההפרטה, שחתרה לפרק את מנגנוני ההסדרה, הלאומיים והבינלאומיים, עליהם היה בנוי משטר מדינת הרווחה, ולהעביר את ויסות הכלכלה והחברה לידי ההון הפרטי.

מהפכת ההפרטה החלה עם ביטול הסכם ברטון־וודס על־ידי נשיא ארצות הברית ריצ'רד ניקסון ב־1971. ביטול זה הכניס למערכת המטבע הבינלאומית אי־יציבות מובנית – המגדירה את עידן הגלובליזציה הניאו־ליברלית – והסגיר את השליטה בה לידי ההון הפרטי, שבדרך זו החזיר לידיו את הפיקוח האסטרטגי על הכלכלה העולמית. העוצמה המחודשת שרכש ההון הפרטי אפשרה לו לצאת למתקפה על שני מעגלי ההסדרה הנותרים של מדינת הרווחה, ולהפריט את המשק הציבורי והשירותים החברתיים, שמזכויות חברתיות חזרו להיות סחורות נרכשות.

הפרטת התודעה

ניצחונה של מהפכת ההפרטה הושלם משהצליחה להפריט גם את התודעה – דהיינו, לשעבד את כל הגילויים האנושיים להנחותיו של הניאו־ליברליזם, שהתקבל כ"סדר טבעי" נעדר חלופות. אחד הגילויים הבולטים של התודעה המופרטת הייתה ההתקבלות הרחבה של הפוסט־מודרניזם, שכאידיאולוגיית־העל של משטר ההפרטה הוקיע כדַכּאנות כל הסדרה ממשלתית של המרחב הציבורי. הפרטת התודעה נחשפה גם בהסתגלותן של המפלגות הסוציאל־דמוקרטיות להגמוניה הניאו־ליברלית, שבאה לידי ביטוי באימוץ רעיונות כמו הניאו־מרקסיזם והדרך השלישית.

באמצעות הפרטת התודעה שלל הניאו־ליברליזם ממבקריו את הכלים להיאבק בו והפריט גם את המחאה. העמקת אי־השוויון והפגיעה בביטחון החברתי במדינות השונות עוררו אמנם זעם והתנגדות, אך חלק ניכר מהביקורת כנגד הניאו־ליברליזם הפרידה את הסבל מן השיטה – דהיינו, את העוני והנישול ממשטר ההפרטה – וביקשה לסייע לקורבנותיו במסגרתו. <<

"ההתחממות הגלובלית כהרס עצמי של העולם המתועש - כמו עידן מלחמות העולם לפניה - חשפה את כישלון השוק החופשי, המונע על־ידי שיקולי רווח פרטיים של ההון, לנהל את החברה התעשייתית. תלותו של המאבק בהתחממות במעורבות ממשלתית עדערה את יומרותו של הניאו־ליברליזם למעמד של 'חוק טבע' נעדר חלופות. ההתחממות הגלובלית - כמו גם המשברים הכלכליים החוזרים מאז שנות ה־80, ששיאם במשבר 2008 - חזרו וחשפו סתירה מהותית בין תיעוש לקפיטליזם"

<< היו כאלה ששללו אמנם לחלוטין את הניאו־ליברליזם, כמו תנועת ה"אנטי־גלובליזציה", שהפנתה את ביקורתה כנגד קרן המטבע הבינלאומית, שנוסדה אמנם כחלק מהסדרי ברטון־וודס, אך משטר ההפרטה הפך אותה לאמצעי להכתבת כללי המשחק שלו. אבל ביקורת זו טשטשה את ההבדל שבין שלילת ההסדרה של חלוקת העבודה הבינלאומית לבין המאבק על אופייה. בדומה לכך, רבים ממבקריו של הניאו־ליברליזם נפלו במלכודת ההבחנה שהוא עשה בין "פוליטיקה" ל"כלכלה", והתמכרו לטענותו שיש להפריד בין השניים, בעוד שבפועל הוא השתמש בכוח השלטון כדי לבטל את ההסדרה הציבורית. ההנגדה הכוזבת שבין פוליטיקה לכלכלה שימשה את משטר ההפרטה כדי לטשטש את ההבחנה שבין "ציבורי" ל"פרטי", ודרך שלילת ה"פוליטי" להכשיר את ה"פרטי".

על רקע הפרטת התודעה בולטת הצלחתו של המאבק בהתחממות הגלובלית לאתגר את משטר ההפרטה ולהציב לו חלופה ממשית, שהגילוי הבולט ביותר שלה הוא פרוטוקול קיוטו. העמדת הצורך בהסדרה בינלאומית של פליטת גזי החממה, שממנה נבעה גם הסדרה לאומית רחבה של הייצור בפרט והכלכלה בכלל, במוקד של הדיון הציבורי, הפכה את ההתחממות הגלובלית לזירה חלופית של דיון במדיניות הכלכלית. בכך הבדיל את עצמו המאבק בהתחממות מסדר היום הסביבתי השכיח, שהתקשה לחרוג מקווי המתאר של מחאה מוסרית וצרכנית ונשאר בגבולותיו של הניאו־ליברליזם, גם כאשר גילה מודעות להיבטים חברתיים רחבים יותר.

בניגוד לצורות אחרות של התנגדות לניאו־ליברליזם, הצליח המאבק בהתחממות לכונן תנועה ציבורית בעלת השפעה פוליטית ממשית במישור הארצי והבינלאומי. יחד עם זאת, דומה שהגורמים להצלחתו של המאבק בהתחממות הגלובלית לאתגר את הסדר הניאו־ליברלי, מצביעים גם על מגבלותיו להפוך לסוכן של שינוי כלכלי כולל. נחישותם של חסידי השוק החופשי לחשוף את האופי הפוליטי־כלכלי של "תעתוע ההתחממות" מעידה על כך, שהמאבק בהתחממות הגלובלית הקפיד להצניע היבטים אלה, כדי שלא להתנגש עם ההגמוניה הניאו־ליברלית, מה שהחליש את יכולתו להציב לה חלופה רעיונית ופוליטית.

המאבק בהתחממות נותר בתחומים של דאגה ל"אמא אדמה" והחשש מפני "אפוקליפסה אקולוגית". בשני אלמנטים אלה יש כוח מגייס, אך גם טשטוש של ההקשר הרחב של הבעיה ופתרונה. במובן זה המאבק בהתחממות מאתגר את הסדר הניאו־ליברלי, אך גם מהווה תחליף כוזב למאבק יעיל בו.

שינוי במגמה זו ניכר לאחרונה בעקבות המשבר הכלכלי של 2008. קריסת הכלכלות הלאומיות הניעה את נשיא ארצות הברית, ברק אובמה, לפעול בעוצמה להכשרת מעורבות ממשלתית בכלכלה – מהגדלת האשראי דרך הלאמת בנקים, סיוע לחייבי משכנתאות ועד להגנה על מקומות עבודה באמצעות הצלת מפעלים. בד בבד נשמעו דרישות ליצירת מנגנוני ויסות בינלאומיים, החל מ"הסכם ברטון־וודס חדש" ועד קריאה לכינון מטבע בינלאומי. ואולם, התברר שההכרה בצורך בהסדרה ממשלתית של הכלכלה תלויה בעוצמת המשבר, וככל שההתערבות הממשלתית מקטינה את עוצמת המשבר, כך גם פוחתת התביעה לכינון כלים להסדרה ממשלתית, לאומית ובינלאומית, של הכלכלה.

המאבק בהתחממות הגלובלית, כמו גם ההתמודדות עם המשבר הכלכלי, נותנים ביטוי להכרה בצורך בחלופה לניאו־ליברליזם, אך גם בקושי לנסח אותה. הצלחת המאבק בהתחממות תלויה ביכולת להעמידו בהקשר של מהלך רחב יותר להסדרה מחדש של הכלכלה הלאומית והבינלאומית, אך מהלך זה מחייב כבר סדר יום כלכלי אחר. המאמץ לנסח במפגש קופנהגן אמנה מחודשת למאבק בהתחממות ובפליטת גזי החממה, לצד דיונים בפורומים בינלאומיים, כמו ה־G-20, בחידוש הוויסות הבינלאומי של מערכת המטבע, ילמדו, האם הסכנה הכפולה של משבר אקלימי ומשבר כלכלי תביא לידי ניסיון נוסף להתמודד עם הסתירה שבין ההיגיון התעשייתי להיגיון הקפיטליסטי ולהציע לה פתרון כולל. ■

dgutwein@univ.haifa.ac.il